APPLICATIONS

# DE L'ÉLECTRICITÉ

## A LA MÉDECINE

ET A LA CHIRURGIE

ÉTAT ACTUEL DE LA QUESTION

PAR

**Le Dr A. TRIPIER**

TROISIÈME ÉDITION

PARIS
LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
19, RUE HAUTEFEUILLE, PRÈS LE BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1874

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

# A LA MÉDECINE

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

# A LA MÉDECINE

## DU MÊME AUTEUR :

De l'excrétion Urinaire. Quelques considérations sur le mode d'action des diurétiques. In-4°. 1856.

De la rupture du tendon du triceps fémoral, et description d'un appareil inédit de Baudens, 1859.

Hyperplasies conjonctives des organes contractiles. Traitement des engorgements et déviations de l'utérus et de l'hypertrophie prostatique. In-8°, 1861.

Manuel d'électrothérapie. Exposé pratique et critique des applications médicales et chirurgicales de l'électricité. Un volume in-8 avec figures. 1861.

La vie et la santé. Précis de physiologie et d'hygiène. Doctrines et superstitions médicales. Un volume in-18 avec figures, 1863.

Annales de l'électrothérapie. Revue des applications thérapeutiques de l'électricité et du magnétisme, de l'électrophysiologie, de la pathologie nerveuse et musculaire. Un volume in-8°, 1863-65.

Assainissement des théatres. Ventilation, éclairage, chauffage. In-8° avec figures, 1864.

Considérations générales sur la thérapeutique électrique dans les affections nerveuses. In-8°, 1865.

La galvanocaustique chimique. In-8°, 1866.

Pathogénie d'une classe peu connue d'affections douloureuses. Algies centriques et réflexes. In-8°, 1868.

Barbares et sauvages. — Notes de voyage. In-8°, 1870.

Les aliénés et la législation. In-8°, 1870.

Gouvernement. In-8°, 1872.

Lésions de forme et de situation de l'utérus. Leurs rapports avec les affections nerveuses de la femme, et leur traitement. In-8°, 1871. Mémoire couronné par la Société de Médecine de Gand. Deuxième édition, 1874.

Lésions simples de nutrition de l'utérus. Leurs complications d'ordre diathésique. De l'arthritisme chez la femme. (*Gazette obstétricale*, juin-septembre, 1874).

Le matériel de l'électrothérapie In-8° (sous presse).

MALLEZ et TRIPIER. — De la guérison durable des rétrécissements de l'urètre par la galvanocaustique chimique. In-8°, 1867. Mémoire couronné par l'Académie de Médecine. Deuxième édition, 1870.

Coulommiers. — Typ. A. MOUSSIN.

APPLICATIONS

# DE L'ÉLECTRICITÉ

## A LA MÉDECINE

ET A LA CHIRURGIE

ÉTAT ACTUEL DE LA QUESTION

PAR

Le Dr A. TRIPIER



TROISIÈME ÉDITION

PARIS
LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
19, RUE HAUTEFEUILLE, PRÈS LE BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1874

Faisant tous les ans, dans le dispensaire de mon ami le Dr Mallez, une série de conférences cliniques sur l'électrothérapie, j'ai l'habitude de donner pour introduction à chaque cours une ou deux leçons uniquement consacrées à l'examen spéculatif des méthodes dont la pratique doit être exposée ultérieurement.

L'utilité de cette préparation devient évidente lorsque, fréquentant les cliniques hospitalières, suivant les discussions des Sociétés médicales ou des actes de la Faculté, on a pu constater que pour l'élite même des praticiens, une connaissance suffisante du matériel électrique et l'habitude de la plupart des procédés ne suffisent pas à faire naître les vues systématiques que devrait susciter le spectacle des transformations de la force mise en action, à faire tirer de l'ordre et de la forme de ces transformations les conclusions physiologiques que comportent les phénomènes. Pour la grande majorité de ceux-là même qui savent monter une pile et manier un appareil d'induction, l'électricité demeure un médicament, de qualité bonne ou mauvaise suivant la provenance de l'appareil qui le fournit, s'administrant à peu près indifféremment sous forme continue ou discontinue, à

doses fortes ou faibles, dans des cas déterminés par une tradition bientôt séculaire, et avec des chances de succès à établir par la statistique.

On est d'accord pour voir dans l'électricité le médicament des paralysies, et rien de plus. Lorsque des divergences se produisent ensuite, c'est sur la question de savoir lesquels, des courants induits ou des courants voltaïques, constituent le meilleur produit pharmaceutique.

Étant donné cet état des notions courantes à l'endroit d'un sujet que les facilités relatives de son étude ont fait dès aujourd'hui le plus avancé de la thérapeutique, on ne peut espérer en exposer utilement la matière qu'après en avoir fait comprendre l'esprit. La première édition de ce mémoire était la reproduction des conférences préliminaires dans lesquelles, m'adressant surtout au jugement de mes auditeurs, je m'efforçais de préparer un terrain favorable aux données qui s'adresseraient ensuite à leur mémoire.

A plusieurs années de distance, certaines parties se sont trouvées comporter plus de développements. C'est ainsi que j'ai dû intercaler dans le chapitre où il est traité des *paralysies du mouvement* un résumé de mes recherches sur les *conditions de la motilité dans ces affections.*

Bien que la vulgarisation pratique des *applications électriques permanentes* n'ait pas fait avancer la question au point de permettre d'en donner une théorie qu'elle ne comportait pas il y a sept ans, j'ai cru devoir remanier le cha-

pitre qui leur est consacré, pour y faire entrer une partie d'un travail que j'ai, en 1871, publié sur ce sujet dans la *Tribune médicale*. Aucune conception systématique n'a été produite depuis, capable de rendre compte d'une manière satisfaisante des effets de la galvanisation continue. Mais la confiance avec laquelle le public médical avait accueilli des pratiques mal définies, dont le seul titre à la faveur était d'avoir été lancées chez nous par le puffisme germanique, la naïveté avec laquelle il avait accepté pour des exposés scientifiques le galimatias des réclames trans-rhénanes, commandaient d'insister sur la galvanisation, d'en exposer les moyens, d'indiquer les résultats empiriques qu'elle a déjà donnés, et de discuter les tâtonnements théoriques par lesquels on a cherché à expliquer ces résultats.

Enfin, les *applications chirurgicales*, passées sous silence dans la première édition, ont été, dans les suivantes, l'objet d'un chapitre nouveau, plus complet peut-être que ne le comportait le plan de ce travail, et dans lequel on trouvera quelques points entièrement neufs.

# INTRODUCTION

L'idée de faire intervenir les phénomènes électriques dans la thérapeutique ne date guère de plus d'un siècle ; et l'histoire des tentatives auxquelles elle a donné lieu est étroitement liée à celle de la partie de la physique qui a en vue ces phénomènes.

Ayant vu les décharges de la bouteille de Leyde provoquer des mouvements chez des êtres vivants, on pensa d'abord que ces commotions constitueraient peut-être le meilleur moyen de faire reparaître le mouvement dans les cas où il fait défaut. La simplicité de cette indication symptomatique est illusoire ; mais la netteté de sa formule était assez séduisante pour que le plus grand nombre s'en contentât ; enfin, quelques succès obtenus parurent une confirmation suffisante des vues d'où on était parti, et conduisirent seulement à les généraliser, et à demander à la stimulation produite par les décharges de la bouteille de Leyde ou des machines à frottement le réveil des fonctions endormies ou abolies.

La variété des manifestations fournies par les machines électriques alors en usage devait amener à multiplier les tentatives et à pousser celles-ci dans des directions de plus en plus variées, mais aussi, de moins en moins définies.

Plus tard, l'invention de la pile et celle des machines d'induction ajoutèrent encore aux ressources dont on dispo-

sait ; elles ne jetèrent toutefois aucune lumière sur les questions que soulevait l'application de l'électricité aux êtres vivants.

Les progrès récents de la physique, ceux surtout de la physiologie, permettent cependant de se faire aujourd'hui une idée plus exacte de ce qu'on est en droit d'attendre de ce modificateur, en même temps qu'une notion plus précise des conditions morbides qui en indiquent ou en contre-indiquent l'emploi. Et pourtant, je ne crains pas de trop m'avancer en affirmant que, pour la masse des médecins, la question thérapeutique n'a pas fait de progrès depuis un siècle. L'action perturbatrice est demandée à des machines d'induction au lieu de l'être à la bouteille de Leyde; les courants continus de la pile ont remplacé les flux des machines à frottement; mais la pratique courante en est restée à l'empirisme du siècle dernier : on demande toujours à l'électricité de réveiller les fonctions abolies, sans se préoccuper d'ailleurs du mécanisme de leur abolition.

Or, de tous les modificateurs employés dans un but thérapeutique, l'électricité est celui qui, en raison, tant des facilités qu'offre son emploi, que de l'état relativement avancé des points de physiologie dans l'étude desquels il a pu servir de réactif, se prête le mieux à des combinaisons rationnelles; il est, de tous, celui dont il est, dès à présent, le plus facile de régler l'usage et d'éviter l'abus. Indépendamment des facilités de dosage et de localisation qui lui sont propres, et par lesquelles il faut expliquer la grande variété d'applications qu'elle comporte, l'électricité partage enfin avec les autres agents physiques le mérite de ne compliquer d'aucune action toxique l'effet curatif cherché. C'est à cet ensemble de conditions qu'on doit de lui voir prendre en thérapeutique une place tous les jours plus large.

Ne m'attachant ici qu'aux grands traits de la question, j'ai essayé d'indiquer quelles vues théoriques peuvent présider à l'emploi de la force électrique, et quelles méthodes doivent

découler de ces vues, laissant au lecteur le soin de tirer ultérieurement les conclusions que comportent, dans chaque cas particulier, les considérations générales auxquelles j'ai dû m'arrêter.

Enfin, le caractère exclusivement dogmatique de cette étude m'a permis de laisser de côté l'historique des applications de l'électricité à la médecine. J'aurai assez fait dans cette voie en rappelant que, comme toutes les questions scientifiques, celle-ci a eu à traverser au début la phase qu'un illustre philosophe a appelée, avec un grand bonheur d'expression, leur *âge mystique*, et que si les vues des physiciens relatives à l'électricité relèvent aujourd'hui d'une science positive, il n'en est pas encore de même de celles de la foule. Les admirables applications industrielles de la force électrique frappent vivement l'imagination de celle-ci, tandis que le mécanisme de ces effets reste pour elle lettre close. Le grand nombre en est encore à la *mythologie* de l'électricité ; et c'est par cette situation des esprits qu'on doit s'expliquer l'aversion et l'engouement irréfléchis contre lesquels des notions bien assises auront pour effet de réagir également.

De toutes les forces à l'évolution desquelles nous assistons, l'électricité est celle qui naît et se transforme avec le plus de facilité. Son extrême mobilité ne permettant de la saisir un instant au passage qu'avec l'aide d'appareils analyseurs spéciaux, on s'explique aisément pourquoi elle fut longtemps méconnue, et pourquoi, le jour où l'on parvint à en fixer quelques manifestations, on la considéra d'abord, non pas comme une condition commune de l'accomplissement des phénomènes cosmiques, mais comme une force singulière, d'essence quelque peu surnaturelle, et exigeant, pour se manifester, des circonstances exceptionnelles.

Cependant, les découvertes de la pile voltaïque, de la pile thermo-électrique, des phénomènes de l'induction, de ceux de l'électro-magnétisme, du rôle magnétique de la terre, enfin les théories qui naquirent de l'étude de ces faits et les relièrent dans une admirable synthèse, montrèrent que, comme

la chaleur, comme l'affinité chimique, comme le mouvement, l'électricité nous environne et nous pénètre de toutes parts. Naissant du mouvement, de l'action chimique, de la chaleur elle-même, elle avait forcément, cause ou résultat, un rôle important à jouer dans les phénomènes vitaux. Si l'insuffisance des données premières avait conduit à méconnaître d'abord toute l'importance du rôle de cet agent, on s'explique aisément comment la réaction alla trop loin : le plus grand nombre, gens du monde ou médecins, se montra assez disposé à faire de l'électricité le premier moteur universel, à l'envisager comme cause là où elle n'est qu'effet. Alors qu'il était seulement permis d'affirmer que les phénomènes vitaux, se manifestant ou s'entretenant par le concours des forces mécaniques et de l'affinité chimique, devaient nécessairement offrir les manifestations calorifiques et électriques qui résultent de l'exercice et de la transformation de ces forces, on a été jusqu'à voir dans l'électricité le principe même de la vie; nous en sommes encore un peu, à son endroit, où en étaient autrefois ces adorateurs du feu pour qui la vie n'était qu'une manière d'être de la chaleur.

Il est impossible que cette vue, encore trop généralement répandue, sur le rôle d'une force aussi universelle, ne conduise pas à éviter prudemment l'emploi d'un agent auquel on attribue une importance d'un tel ordre, ou ne dispose à le faire intervenir en toute circonstance. Un rapide examen de l'état actuel des questions de pathologie et de thérapeutique que soulève l'emploi de l'électricité en médecine suffira, j'en suis convaincu, pour écarter les sollicitations de ces deux tendances également fâcheuses.

Mon but étant ici d'amener à aborder, autrement qu'avec des sympathies ou des antipathies, l'étude de questions qui veulent être jugées sur des raisons, j'aurai autant à combattre la tendance à abuser des médications électriques qu'à insister sur les services qu'elles peuvent rendre. Comme, d'autre part, j'aurai à montrer un champ d'applications aussi

varié qu'étendu, il me faut aller au devant d'une question que beaucoup ne manqueraient pas de se poser : où peut être l'abus d'un ordre de moyens dont les indications comportent une pareille diversité ?

Cette question m'amène à m'expliquer sur les moyens à toutes fins, sur les médications présentées comme universelles, sur les procédés généraux de traitement dans lesquels les gens du monde voient des *systèmes de médecine*.

Quelques exemples en sont connus de tous.

A une époque où l'on n'avait sur la physiologie de la circulation que des données fort incomplètes, où le mécanisme des actes de cet ordre qui jouent un rôle prochain dans la production et la marche des maladies était absolument inconnu, nous avons vu bâtir sur des notions tout à fait insuffisantes une théorie défectueuse de l'inflammation, appliquer cette théorie à presque tous, pour ne pas dire à tous les cas morbides, et faire des émissions sanguines un remède universel. Plus récemment, un botaniste distingué imagina d'attribuer toutes nos maladies au parasitisme ; on sait quelle fut la fortune populaire de son système et de la médication qu'il suggéra à son inventeur. De nos jours, l'hydrothérapie et la cinésie ont affiché des prétentions presque aussi grandes. Voici maintenant que de nouveaux fanatiques voient à l'électricité des destinées plus brillantes encore.

Cette tendance à généraliser l'emploi d'un agent thérapeutique et à le faire intervenir alors même qu'il doit rester impuissant ou qu'il peut être avantageusement remplacé par un modificateur d'un autre ordre, est extrêmement fâcheuse en pratique ; mais au point de vue spéculatif, elle est justifiable, en ce qu'elle procède d'une vue exacte qu'il importe de faire ressortir et sur laquelle je m'arrêterai un instant. Le meilleur moyen d'écarter les prétentions des médications exclusives est assurément de les expliquer, et de rechercher dans leur raison d'être même par où elles sont excessives et en quoi elles sont mal fondées.

Il est certain que les actes, si variés au point de vue symp-

tomatique, que nous offre à considérer l'organisme dans l'état de santé ou de maladie, présentent, à mesure qu'on les étudie mieux, des mécanismes, je ne dirai pas de plus en plus simples, mais de plus en plus uniformes. Si les conditions premières des phénomènes d'évolution nous échappent, nous nous faisons une idée de jour en jour plus exacte du rôle et de l'importance des conditions de milieu au sein desquelles ils s'accomplissent. Nous soupçonnons bien que l'organisme peut être comparé à un instrument dont le fonctionnement serait commandé par les actions exercées sur un clavier. Tout modificateur pourrait devenir un médicament universel si l'on pouvait le faire agir à volonté sur une touche déterminée de ce clavier, et sur cette touche seulement. Mais, outre que le fonctionnement organique ne nous est pas assez connu pour nous permettre cette sûreté d'action, le clavier est inaccessible à la plupart des agents dont nous disposons. Alors même que les progrès de la médecine nous fourniraient des indications précises et bien circonscrites, nous nous trouverions donc en présence de difficultés d'exécution qui rendront toujours pratiquement absurde la prétention d'atteindre, à l'aide d'un modificateur unique, les ressorts cachés de la machine vivante.

Mais, tout en se défendant de la tendance à faire intervenir abusivement un modificateur qui pourrait n'être qu'un succédané médiocre de beaucoup d'autres, on ne saurait trop approuver celle en vertu de laquelle une part tous les jours plus large est faite, en thérapeutique, aux agents physiques, dont l'action médicatrice ne se complique d'aucun effet toxique. On reconnaîtra enfin, que, de tous les agents physiques, l'électricité est celui dont les tranformations donnent lieu aux manifestations les plus diverses, en même temps qu'il est le plus facile à doser et à localiser. A tous ces titres, son étude doit présenter un puissant intérêt.

# CHAPITRE I

## Les Machines électriques.

COURANT. — QUANTITÉ ET TENSION. — RÉSISTANCE AU PASSAGE. ÉTAT PERMANENT ET ÉTAT VARIABLE.

Pour arriver à apprécier les conditions de production des phénomènes électriques, on doit les étudier d'abord dans les circonstances où ils se présentent le mieux dégagés d'influences de quelque autre ordre qui pourraient donner le change sur la portée des faits observés. Avant de les examiner chez les êtres vivants, il faut donc commencer par rechercher ce qui se passe dans les machines, relativement simples, dues au génie des physiciens.

En se plaçant dans des conditions capables d'écarter la complication des effets, ou voit des manifestations, très-dissemblables au premier abord, mais qu'on est arrivé à pouvoir rattacher à l'existence passagère d'une force de même nature, accuser la transformation du mouvement, de l'affinité chimique, de la chaleur, du magnétisme, etc., en ce qu'on a appelé la force électrique.

Je n'ai pas à rappeler ce que sont les appareils du premier âge de l'électricité, dans lesquels on demande au frottement des effets sur lesquels j'aurai à m'arrêter tout à l'heure. On sait également comment, dans les piles, l'action chimique détermine l'apparition d'effets, différents au premier abord des précédents, tout à fait semblables quand on se place dans des

conditions qui permettent la comparaison. Arrêtons-nous d'abord à ces machines.

Dans la machine à frottement, on arrive à manifester sur deux surfaces, convenablement séparées l'une de l'autre, l'existence d'un fluide expansif, ou, pour nous conformer à l'hypothèse qui a le plus cours, l'existence d'un double fluide expansif. Pareille chose se présente lorsque, au lieu de demander l'électricité au frottement, on la demande à l'action chimique. Les réactifs qui décelaient tout à l'heure la présence de cette force en activité sur les deux conducteurs de la machine à frottement la montrent également sur les extrémités polaires de la pile isolée. Dans ces conditions, toutefois, les premières réactions qu'on ait essayées sont moins sensibles; s'il y a identité de nature, il y a donc des différences, soit au point de vue de la quantité de la force manifestée, soit au point de vue de quelqu'une des qualités qui permettent de la mettre en évidence.

Ici le parallèle présente plus d'une difficulté. Lorsque, après avoir été conduit à admettre l'identité de nature des phénomènes, on cherche à apprécier les différences qu'ils présentent, il faut établir entre eux des mesures communes. On a dû multiplier les réactions, rechercher les effets semblables, les rendre de plus en plus comparables, et arriver, au lieu de donner des attributs de l'électricité une définition encore impossible, à la constatation des conditions qui permettent de baser un parallèle des phénomènes électriques sur leur réduction à un ordre de phénomènes plus familiers, mieux étudiés.

Sans m'arrêter à l'énumération des artifices employés pour atteindre ce but, je rappellerai que, quand on joint par un conducteur les surfaces sur lesquelles s'observaient les manifestations auxquelles j'ai fait allusion tout à l'heure, ces manifestations disparaissent. Pour les forces, comme pour la matière, disparaître c'est se transformer. Si donc la transformation donne lieu à la manifestation de phénomènes mesurables, ceux-ci fourniront indirectement la mesure de

la force électrique mise en jeu. On est arrivé ainsi à une première notion, celle de la *quantité* ou de l'*intensité* du courant électrique. Je dis du *courant*, car, c'est en la faisant opérer dans un circuit fermé qu'on détruit, c'est-à-dire qu'on transforme la force électrique. On a ainsi mesuré la quantité de l'électricité par la somme de travail directement mesurable qu'elle est capable d'effectuer en disparaissant.

On s'est alors trouvé amené à constater que la quantité d'une manifestation électrique n'était pas le seul attribut qu'elle offrît à considérer; cette quantité, en effet, varie, pour un même moteur, lorsqu'on fait varier certaines conditions de milieu. C'est ainsi qu'on a été conduit à tenir compte de la nature et du rôle du circuit dans lequel se transforme la force électrique. De cette étude sortit la notion de la résistance du circuit, envisagé, soit en masse, soit dans chacune de ses parties, et, par suite, celle de la *tension* du courant, c'est-à-dire de la qualité en vertu de laquelle il devient, indépendamment de sa quantité, capable d'effectuer un travail donné dans des circuits de résistances inégales.

Le moteur électrique et le conducteur extérieur à celui-ci forment un circuit fermé dans lequel on peut décrire des organes distincts, mais qu'on ne saurait décompléter quand on arrive à étudier le fonctionnement de la machine. La théorie nous montre que la transformation, que l'anéantissement apparent de l'électricité produite, a lieu comme par la neutralisation réciproque de deux forces de polarités opposées. Or, il est des conditions dans lesquelles cette neutralisation peut avoir lieu dans la machine aussi bien que dans la portion extérieure du circuit. Faites que la neutralisation devienne de plus en plus difficile dans le moteur, et vous pourrez augmenter de plus en plus la résistance de la portion extérieure du circuit : le courant conservera le pouvoir de manifester les propriétés du fluide qui l'alimente.

Dans nos machines à frottement, les pièces qui prennent des polarités opposées sont séparées les unes des autres ; la

production de l'électricité est en partie le fait d'actions à distance ; la difficulté de neutralisation à l'intérieur de la machine est énorme ; le courant reste libre de manifester à l'extérieur toute sa force d'expansion : sa tension est considérable ; quant à sa quantité, elle est extrêmement faible.

Dans les piles hydro-électriques, au contraire, la quantité du courant est relativement très-grande ; mais la neutralisation sur place des forces électriques de signes contraires est facile dans un appareil continu : la tension devient difficilement considérable. Ce n'est que par l'artifice de la réunion des couples en série qu'on arrive à la multiplier assez pour pouvoir en utiliser le travail dans un circuit résistant.

Dans les appareils d'induction, on sait qu'une ingénieuse combinaison d'actions magnétiques ou électriques intermittentes développe, dans des circuits voisins du siége de ces actions, des courants de très-courte durée. Les circuits dans lesquels se développent les courants à utiliser étant ici indépendants du moteur, la quantité ou l'intensité et la tension des courants dépendent surtout de la structure de l'appareil. La quantité de l'action produite étant en raison de l'énergie du moteur et du voisinage des circuits induits, la quantité de l'induction sera en outre, dans ces circuits, en raison inverse de leur résistance ; enfin, lorsque le circuit induit devient de plus en plus résistant, lorsqu'il est formé par un fil de plus en plus long et fin, ce qui est perdu en quantité se retrouve en partie en tension.

Plaçant les machines dans des conditions qui permettent d'en comparer les effets, c'est-à-dire faisant opérer la transformation de l'électricité produite ou son anéantissement apparent dans un circuit extérieur, on voit donc que les machines à frottement donnent des courants d'une intensité extrêmement faible, mais d'une tension très-considérable ; — que les machines à action chimique, les piles, donnent des courants d'une quantité relativement considérable et d'une tension toujours relativement faible, mais qu'on

peut, par un artifice de construction, faire cependant varier entre des limites assez étendues; — que les appareils d'induction donnent des courants passagers, intermédiaires, dans les conditions usuelles, pour la quantité, à ceux des machines à frottement et à ceux des piles, intermédiaires aussi à ceux-ci pour la tension. Enfin, en disposant convenablement du choix du moteur et de la construction du circuit, on peut faire varier les courants induits, et comme quantité et comme tension, entre des limites extrêmement étendues.

Une autre condition, dont il y a toujours lieu de tenir compte dans les applications de l'électricité à la médecine, doit maintenant nous arrêter. Nous avons jusqu'ici envisagé en masse la résistance de la partie du circuit extérieure au moteur; les considérations sur lesquelles nous nous sommes arrêté s'appliquaient à un conducteur regardé comme homogène. Dans la pratique médicale, il n'en est jamais ainsi. Voyons donc quelles peuvent être les conséquences de la non-homogénéité du circuit.

L'expérience dans laquelle on fait, au moyen de la pile, rougir un fil fin de fer ou de platine, montre que, dans les points où la résistance devient localement plus grande par suite de l'exiguité du conducteur, il y a élévation de température.

Supposons maintenant que le circuit métallique soit interrompu, et que la solution de continuité, d'une section relativement considérable, soit remplie par de l'air ou par un milieu peu conducteur : l'augmentation de la résistance devient alors telle que les courants de forte tension pourront seuls vaincre cet obstacle local; et ils le feront, non plus d'une manière continue, mais d'une façon intermittente, avec production de lumière, de chaleur et d'effets mécaniques, comme dans les expériences connues de la *décharge disruptive*, du *pistolet de Volta*, du *perce-carte*, etc.

Lorsque le conducteur interposé est une solution saline, la

transformation de l'électricité se traduit par d'autres réactions : il n'y a plus production sensible de chaleur ni de lumière, mais des actions chimiques et des phénomènes mécaniques de transport.

Le corps des animaux se rapproche beaucoup, par sa constitution physique, des solutions salines; sa masse est comparable à celle d'un liquide de composition complexe; elle est assez conductrice; de plus, elle se trouve séparée du milieu ambiant et protégée contre l'évaporation par une surface épidermique sèche et peu conductrice.

En soumettant le corps humain à l'action des courants électriques, on produira sur lui des effets semblables à ceux qui ont été notés sur la nature inerte lorsque celle-ci s'est trouvée placée dans des conditions physiques comparables : actions chimiques quand on fait usage de courants continus d'une quantité et d'une tension suffisantes, perturbations des conditions physiologiques statiques ou actions mécaniques, quand on fait usage de courants plus ou moins brusquement interrompus. Enfin, la résistance spéciale de la couche épidermique fait que les réactions en rapport avec les conditions dites de résistance au passage se montrent plus accusées au niveau de cette couche. On constate facilement l'importance de cette condition locale de la couche épidermique en humectant celle-ci, et la rapprochant ainsi de l'état physique des couches profondes : les phénomènes douloureux occasionnés par les perturbations électriques brusques sont alors moins marqués.

Je ne saurais avoir la prétention de donner ici un exposé complet, une analyse détaillée de tous les effets physiques immédiats produits par les courants électriques continus ou interrompus; je n'ai voulu m'attacher qu'aux plus évidents, à ceux sur lesquels on a basé l'introduction de l'électricité dans la thérapeutique. Cet examen sommaire suffit pour montrer que les effets immédiats de l'application des diverses sources d'électricité sont nombreux, et qu'en disposant

convenablement des conditions de cette application, on peut provoquer dans l'organisme vivant une grande variété de réactions. Quant aux procédés qui permettent de varier ainsi les effets produits, ils sont en rapport avec deux conditions instrumentales principales :

1° L'augmentation ou la diminution des résistances au passage au niveau des points d'application des machines;

2° La permanence ou l'intermittence d'action du moteur électrique.

La distinction entre les résultats en rapport avec ces dernières conditions est d'une importance fondamentale. En rendant les courants ou les flux électriques suffisamment permanents ou constants, et les comparant à des courants ou des flux dont l'intermittence est brusque et la durée très-faible, on obtient des effets sensibles essentiellement différents : dans le second cas, les effets mécaniques sont seuls appréciables à l'observation sommaire ; dans le premier, ils ne le sont pas du tout. Les courants intermittents provoquent les réactions les plus nettes de la sensibilité, de la motricité, de la contractilité, propriétés sur lesquelles les courants continus paraissent être sans action directe. Une jolie expérience de Claude Bernard rend évidente l'importance de cette distinction entre les effets des applications continues et ceux des applications intermittentes.

Dans le circuit extérieur d'une pile sont intercalés un voltamètre à décomposition d'eau, un train postérieur de grenouille et un interrupteur à mouvement d'horlogerie. Le moteur est unique; c'est la pile. L'interrupteur sert à rendre à volonté l'action de cette pile continue ou intermittente. Le voltamètre et la grenouille sont des réactifs destinés à accuser les effets produits par le passage du courant. Or, quand l'interrupteur est au repos, que le courant passe d'une manière continue, on voit un dégagement de bulles gazeuses accuser la décomposition de l'eau dans le voltamètre; pendant ce temps, aucun effet appréciable ne se montre dans la grenouille. Qu'on fasse ensuite fonctionner l'interrupteur : le courant

devient intermittent; la décomposition de l'eau cesse d'être apparente dans le voltamètre; mais le train postérieur de grenouille entre en convulsions.

Les réactions que provoque l'*état variable* des courants électriques, quelle que soit d'ailleurs la source de ceux-ci, sont donc, au moins pour la plupart, facilement et directement observables. C'est à elles qu'on a recours, dans le laboratoire du physiologiste, pour interroger les propriétés des nerfs et des muscles; c'est sur elles que sont fondés nombre de procédés thérapeutiques rationnels et bien définis. Les réactions provoquées par les applications permanentes sont d'un autre ordre : moins accessibles à l'observation directe, la plupart lui échappent complètement.

Tenant compte, d'une part, de la similitude des actions exercées par les divers moteurs électriques quand on les place dans des conditions d'application qui permettent de les comparer entre eux, et, d'autre part, des différences si tranchées dans les réactions qui traduisent l'influence exercée par les courants ou les flux continus et intermittents, nous ne saurions hésiter dans le choix des données sur lesquelles doit être basée la division de notre sujet. Les phénomènes en rapport avec l'action de l'état électrique intermittent ou variable et ceux en rapport avec l'action de l'électrisation permanente seront examinés séparément.

Quant à la question réservée des résistances au passage, elle n'a qu'une importance secondaire au point de vue de la classification des effets physiologiques. Nous pouvons, en effet, modifier la résistance au niveau de l'épiderme de manière à assurer plus de continuité aux phénomènes de l'état permanent, plus de brusquerie à ceux de l'état variable, ou, enfin, de manière à réaliser, dans une certaine mesure et suivant les raisons multiples de convenance particulière, les conditions intermédiaires.

# CHAPITRE II

## Applications de l'état électrique variable.

(*Décharge disruptive. Galvanisation discontinue. Faradisation*).

### I

PARALYSIES DU MOUVEMENT.
PARALYSIES CÉRÉBRALES ET PARALYSIES SPINALES. — RÉACTIONS MOTRICES DANS LES PARALYSIES DU MOUVEMENT.

Voyant les oscillations brusques de l'état variable provoquer des mouvements chez les êtres vivants interposés dans le circuit extérieur d'un moteur électrique, on dut songer tout d'abord à utiliser ce moyen dans le traitement des affections caractérisées par l'abolition ou la diminution des facultés motrices, dans les *paralysies du mouvement*.

Je ne m'arrêterai pas à l'histoire des premiers essais poursuivis dans cette voie : elle a perdu tout intérêt le jour où les spéculations de la pathologie et de la thérapeutique ont pu trouver un point de départ dans des vérités expérimentales.

On sait que les organes immédiats du mouvement sont les muscles ; que l'excitation à se contracter leur est envoyée par les nerfs moteurs ; que les raisons d'agir sont puisées à la périphérie par les nerfs sensitifs ; enfin, qu'une masse ner-

veuse centrale, renfermée dans le crâne et dans le canal vertébral, reçoit les sensations et les transforme en excitations motrices, servant ainsi de lien entre l'appareil sensitif et l'appareil incito-moteur.

Lorsqu'on coupe le cordon nerveux qui fait communiquer la masse centrale avec une région quelconque, avec un membre par exemple, on abolit, dans ce membre, tout mouvement et toute sensibilité, le privant à la fois du moyen de transmettre au centre l'impression des actions exercées sur lui, et de l'excitation motrice qui lui arrivait de ce centre. Le cordon qu'on a coupé contenait, en effet, accolés les uns aux autres mais non confondus, et les filets sensitifs et les filets moteurs.

Le membre ainsi séparé du centre nerveux reste immobile, *paralysé*. Les sollicitations de l'état électrique variable, portées sur le bout périphérique du cordon nerveux coupé, ou même directement sur les muscles, peuvent bien encore y provoquer des mouvements ; mais ces mouvements ne s'observent qu'à une époque rapprochée du moment de l'opération : au bout de quelques jours, on n'obtient plus rien, soit qu'on agisse sur les nerfs, soit qu'on agisse sur les muscles.

Les choses ne se passent plus de même lorsque, au lieu d'agir sur un nerf, on agit sur la moelle épinière, la divisant transversalement de manière à soustraire simplement à l'influence possible du cerveau les parties du corps qui reçoivent leurs nerfs de la portion de la moelle située au-dessous de la section. Dans ce cas encore, la partie inférieure du corps se montre immobile. Toutefois, incapable de mouvements volontaires ou spontanés, elle tressaille et se déplace lorsqu'une sollicitation extérieure vient agir sur elle. De plus, si l'animal survit assez longtemps à l'opération, on peut constater la persistance de ces mouvements involontaires, et de la faculté qu'ont les nerfs et les muscles de donner des mouvements lorsqu'on vient à les exciter.

La comparaison des phénomènes observés dans les deux cas a suggéré à Marshall Hall, physiologiste anglais, les

vues les plus ingénieuses, les conclusions les plus fécondes. Des faits qui viennent d'être exposés, Marshall Hall conclut que la communication entre les nerfs sensitifs, centripètes, et les nerfs moteurs, centrifuges, est double ; que ces nerfs sont reliés entre eux par une *voie cérébrale*, agent intermédiaire des phénomènes volontaires et conscients, et par une voie *spinale*, simple organe de transmission des excitations qui provoquent les mouvements involontaires, inconscients, auxquels il a donné le nom de mouvements *réflexes*.

Dans notre seconde expérience, alors qu'on a coupé transversalement la moelle épinière, il y a *paralysie cérébrale* des parties inférieures à la section, c'est-à-dire soustraction, pour ces parties, de l'influence cérébrale, volontaire, consciente ; mais les mouvements réflexes sont conservés; les nerfs sont demeurés intacts et excitables; les muscles continuent à se nourrir et sont toujours contractiles.

Dans la première expérience, après la section du nerf, les parties auxquelles se distribue son bout périphérique ont perdu leurs rapports, non-seulement avec le cerveau, mais encore avec la moelle épinière : tout mouvement, réflexe aussi bien que volontaire, y est aboli; de plus, les organes du mouvement, nerfs et muscles, s'atrophient au bout d'un temps peu considérable. Ces lésions de nutrition, que n'entraînait pas la paralysie cérébrale, ne sauraient être imputées qu'à la soustraction de l'influence spinale; elles sont caractéristiques des paralysies qui reconnaissent cette dernière cause, et pour lesquelles Marshall Hall a proposé le nom de *paralysies spinales*.

Les expériences que je viens de rappeler sont très-nettes, ont une portée bien définie, et la classification dont Marshall Hall y a puisé les arguments est à coup sûr très-rationnelle et tirée des entrailles mêmes du sujet. La légitimité de cette classification a été cependant contestée partout par les médecins. Les contradictions naissaient-elles d'une notion plus exacte de la complication des phénomènes par l'adjonction de conditions qui échapperaient au vulgaire? — Il

n'en est rien : la divergence, profonde, capitale, tient à un malentendu qui n'accuse que le défaut d'esprit scientifique qu'on apporte trop souvent dans les controverses médicales. Exclusivement préoccupés de la forme, les anatomistes ont, pour la commodité des descriptions, divisé le centre nerveux en deux parties situées, l'une dans le crâne, l'autre dans le rachis. Il n'est pas besoin d'insister sur ce que cette séparation a d'artificiel ; mais les anatomistes ont fait et font encore un peu l'éducation des médecins : aussi ceux-ci n'hésitent-ils pas à regarder comme synonymes *cérébral* et *encéphalique*, *spinal* et *intra-rachidien.*

Or, ce n'est pas là le langage que parle Marshall Hall. Préoccupé avant tout, et à juste titre, de la fonction, de l'usage des parties, il a constaté que deux voies font communiquer les extrémités terminales des nerfs sensitifs avec les extrémités initiales des nerfs moteurs ; à l'une, il a donné le nom de voie *cérébrale*, à l'autre, le nom de voie *spinale* ou *diastaltique.* Tout en reconnaissant qu'il a laissé aux tentatives ultérieures de la physiologie expérimentale le soin de localiser anatomiquement ces deux voies, on doit constater qu'il a établi avec une admirable clairvoyance la donnée qui devra guider dans ces recherches. S'il n'a pas été généralement compris des médecins, c'est que la pathologie de ceux-ci se fondait sur les fictions pédagogiques d'une anatomie exclusivement descriptive, au lieu de se baser sur les données de la physiologie.

Quel parti maintenant tirera-t-on, en présence d'un paralytique, de la connaissance des rapports qui existent entre le siége des lésions nerveuses et l'état de la contractilité musculaire ? — Une notion approximative du siége de la lésion qui cause la paralysie. Suivant que la contractilité musculaire, interrogée à l'aide des excitations électriques, se montre conservée ou abolie, on a affaire à une paralysie cérébrale ou à une paralysie spinale. Or, bien que l'organe cérébral et l'organe spinal ne soient pas exclusivement situés, l'un dans

l'encéphale, l'autre dans la colonne vertébrale, cette première donnée, rapprochée des autres circonstances de la maladie, commémoratifs, symptômes étrangers, ordre de succession et localisation de ceux-ci, permettra souvent, sinon de se faire une idée nette du désordre qui cause les accidents, du moins d'arriver à écarter les hypothèses qui pourraient conduire à négliger le recours à des modificateurs utiles, ou à décider une médication intempestive. Qu'à la suite d'une affection diphthéritique, par exemple, un membre se montre inerte : l'interrogation de la contractilité par les courants d'induction montre qu'on a affaire à une paralysie cérébrale. On est dès-lors sans crainte immédiate à l'endroit des nerfs moteurs et des muscles de ce membre; et l'on pourra non-seulement négliger, mais repousser l'emploi prématuré des moyens qui, destinés à provoquer des mouvements dans le membre inerte, sont sans objet actuel, et qui pourraient, par contre, affecter d'une manière fâcheuse le centre ou l'appareil sensitif seuls en cause.

Je ne m'étendrai pas ici sur les travaux d'ordre expérimental dans lesquels la question des paralysies traumatiques a été soumise à une analyse rigoureuse; il me suffira de rappeler que les physiologistes ont soigneusement étudié les altérations consécutives à la section des nerfs et la guérison spontanée de ces altérations. Après la section d'un nerf mixte, il y a paralysie du mouvement et du sentiment dans les parties auxquelles se distribue ce nerf; bientôt le bout périphérique du nerf coupé se détruit inévitablement; les muscles de la région paralysée s'atrophient quoi qu'on fasse. Puis, arrive la période de réparation : de nouveaux éléments nerveux se reforment sur place; les muscles reparaissent; les instruments de la fonction sont restaurés (1).

1. Philipeaux et Vulpian ont constaté de plus, dans des vivisections, que le bout périphérique d'un nerf coupé était susceptible de se régénérer indépendamment du rétablissement de sa continuité avec le bout central. (*Mém. de la société de biologie*, 1859). J'ai rencontré et publié (*Manuel d'Electrothérapie*, 1861) un exemple de cette régénération autogénique du bout périphérique d'un nerf réséqué chez l'homme. Il

Que conclure de là? — Qu'à une époque rapprochée de la section du nerf, il n'y a pas lieu de demander aux sollicitations de l'état électrique variable le réveil d'une fonction dont les instruments font défaut; que l'insuccès d'un traitement prématuré, intempestif, ne doit pas faire condamner une situation qui tend tous les jours à changer; enfin, qu'au bout d'un temps suffisamment long, alors que les organes seront restaurés, la sollicitation de la fonction pourra être tentée utilement, et donner très-promptement les résultats les plus satisfaisants.

Deux phases bien distinctes s'observent donc dans la guérison d'une paralysie traumatique. Pendant la première, la nature fait les frais de la réparation des organes; nous ne pouvons l'y aider qu'indirectement, en maintenant l'état général du sujet aussi satisfaisant que possible. Pendant la seconde, qui doit amener le rétablissement de la fonction, l'intervention directe devient utile.

Mais comment juger de l'état des choses au moment où l'on commence à observer? — L'histoire de l'accident fournit une notion approximative de l'étendue des désordres; le temps écoulé depuis donne une idée des chances actuelles de réparation; enfin, l'épreuve d'un très petit nombre d'applications électriques achèvera de renseigner. Quand le moment d'agir est venu, le succès est rapide; s'il en était autrement, on devrait simplemeut ajourner des tentatives auxquelles il n'y a pas lieu de renoncer.

Je me suis étendu un peu longuement sur les paralysies par lésion traumatique des nerfs ou de la moelle épinière parce qu'elles nous offrent le type des paralysies expérimentales; parce qu'elles présentent une simplicité et une netteté de lésion initiale qui permettent d'en analyser les phénomènes. Les détails dans lesquels j'ai dû entrer à leur sujet

s'agissait du nerf facial, dont les deux branches maxillaires avaient éprouvé une perte de substance de deux centimètres et demi environ.

me permettront de glisser rapidement sur les paralysies spontanées ou de cause interne. Celles-ci reconnaissent forcément pour cause une lésion qui ne peut être, au fond, qu'une forme différente de traumatisme. Suivant leur siége, elles sont cérébrales ou spinales ; suivant la nature de la lésion, curables ou incurables. Si la lésion d'où dépend la paralysie est irréparable, on ne peut songer à voir se rétablir la fonction. Si cette lésion est réparable, on est en droit d'attendre, après la restauration du tissu nerveux, le retour de la fonction. Quand celui-ci n'a pas lieu spontanément, les excitations de l'état électrique variable suffisent à l'amener. Mais il est clair qu'on doit s'en abstenir pendant les périodes progressive ou d'état de l'affection organique d'où dépend la paralysie. Enfin, au point de vue du traitement, les paralysies de cause interne diffèrent des paralysies traumatiques en ce que divers moyens thérapeutiques ont quelquefois prise sur leur cause : un traitement médical est généralement utile, dans leur première phase, pour réaliser les conditions qui rendront ensuite opportune l'intervention du traitement physique.

Bien que mon but ne soit pas de faire ici de la pathologie, je ne puis abandonner la question des paralysies du mouvement sans appeler de nouvelles études sur un point fort intéressant de leur histoire. J'ai parlé jusqu'ici des paralysies du mouvement qui reconnaissaient pour cause une lésion nerveuse ; or, on doit se demander si, le système nerveux restant intact, des paralysies du mouvement ne pourraient pas reconnaître pour cause une lésion musculaire.

Cette question avait toujours été résolue par l'affirmative, lorsque, recherchant dans les observations publiées comme exemples de paralysies musculaires quels pouvaient être les caractères de semblables affections, je me suis trouvé amené à conclure (1) que la paralysie musculaire primitive aiguë, causant immédiatement la mort par arrêt du cœur, n'a en-

1. *Des Paralysies musculaires.* Ann. de l'électrothérapie, 1863.

core été observée ou démontrée que par les vivisecteurs, mais que jamais on ne l'a rencontrée chez des malades ; que, dans les observations données comme exemples de paralysies musculaires, l'affection musculaire était toujours consécutive, et sous la dépendance d'une lésion nerveuse.

Ces conclusions ne sauraient être que provisoires et en rapport avec l'état actuel de la science. On comprendra toutefois qu'il n'y ait pas lieu de se préoccuper de la thérapeutique d'affections dont l'existence n'est pas encore démontrée.

Cérébrales ou spinales, les paralysies sont complètes ou incomplètes.

Dans les paralysies complètes, la distinction est facile entre l'affection cérébrale, où la contractilité interrogée avec les courants d'induction se montre intacte ou même exaltée, et l'affection spinale où cette propriété musculaire est abolie.

Mais dans les paralysies incomplètes, dans les paralysies spinales surtout, il se présente des nuances d'autant plus délicates à apprécier que, d'une part, la portée des lésions pathologiques est extrêmement variable, absolument et relativement à la période de la maladie où se fait l'observation, et que, d'autre part, les courants d'induction des appareils de la pratique courante, seuls employés jusqu'ici pour interroger les propriétés musculaires et la motricité, sont un réactif insuffisant pour fournir tous les renseignements désirables.

Vraie dans les conditions où elle a été formulée, la loi de Marshall Hall comporte des amendements qui permettent d'accroître les contributions de l'investigation électrique au diagnostic et au pronostic des paralysies. Avant de formuler ces amendements, je me permettrai une digression qui en est l'introduction nécessaire.

Dans le cas où l'une des deux voies, cérébrale ou spinale, qui relient la périphérie sensitive à la périphérie motrice, subit une lésion de continuité par suite d'une affection centrale, les actions dont l'autre voie est le siége prennent une énergie excessive. Marshall Hall l'avait vu pour les paralysies

cérébrales, et avait avancé que dans ces paralysies la contractilité était augmentée. L'observation de quelques faits pathologiques m'a conduit à professer (1) qu'un phénomène réciproque se produit dans certaines paralysies spinales ; que le cerveau devient alors capable d'une activité anormale, se traduisant notamment par l'absence du besoin de sommeil. Exprimées dans des termes plus généraux, ces observations tendent à établir que lorsqu'un organe est assez sain pour conserver ses aptitudes fonctionnelles, l'autonomie que lui crée la lésion des organes qui, dans les conditions physiologiques normales, ont pour rôle de mettre en jeu ces aptitudes, les exagère au point de les montrer excessives à l'observateur qui les interroge avec des réactifs convenables.

Dans une paralysie cérébrale, le nerf moteur est intact ; le système isolé par la maladie est donc constitué par le nerf moteur et le muscle. L'autonomie commence au nerf moteur, dont les aptitudes exagérées se traduisent, et par des réactions plus vives lorsqu'on l'interroge directement, et par une domination plus forte exercée sur le muscle, qu'il tient dans une dépendance plus étroite de son fonctionnement propre, le soustrayant, dans une mesure équivalente, à l'action des excitants qui dans les circonstances normales auraient sur lui de l'empire.

Dans les paralysies spinales, le nerf moteur est lésé, au moins dans ses origines ; le système autonome est réduit au muscle. Celui-ci, peu sensible alors à l'action des réactifs qui le faisaient contracter en agissant sur le nerf moteur, devient beaucoup plus sensible à l'action des excitants qui s'adressent plus spécialement à lui, à l'action des excitants de la contractilité.

C'est à l'occasion des réactions fournies par l'interrogation des parties paralysées au moyen de l'électricité qu'ont été prises les conclusions dont je viens d'exposer les données préliminaires.

Les auteurs allemands qui s'occupent des applications de

1. *Leçons sur les paralysies du mouvement.* Courrier Médical, 1870.

l'électricité à la médecine avaient vu que, dans quelques paralysies, des muscles réfractaires à l'action des courants d'induction fournis par les appareils usuels se contractaient, quelquefois énergiquement, sous l'influence des courants d'une pile voltaïque. Ils ont conclu de cette observation que les courants de la pile fournissaient une électricité d'une essence particulière, bien différente de l'électricité d'induction dont les applications sont d'origine française, et, nécessairement, bien meilleure.

Mais laissons là cette conclusion patriotique et commerciale pour rentrer dans la question.

Les courants électriques, même en Allemagne, ne diffèrent entre eux, quelle que soit leur provenance, que par leur *intensité*, presque nulle dans les appareils à frottement, faible dans les machines d'induction, considérable dans les piles voltaïques, et par leur *tension*, immense dans les machines à frottement, très faible dans les piles, relativement considérable dans les appareils d'induction. Partant de là, l'observation des faits mis en avant, leur rapprochement de faits oubliés, et l'observation de quelques faits nouveaux m'ont conduit aux conclusions suivantes :

*Quelle que soit leur origine, les courants électriques agissent, dans leurs variations d'état, sur la* contractilité, *propriété musculaire, en raison surtout de leur* intensité, *et sur les* propriétés nerveuses *(motricité et sensibilité) en raison surtout de leur* tension.

Les différences entre les réactions ainsi provoquées, moins apparentes et plus difficiles à interpréter lorsqu'on observe chez un sujet sain, où le muscle indirectement sollicité donne surtout les réactions du nerf, sont mises en évidence et bien caractérisées par l'analyse que réalisent certaines conditions pathologiques en rendant leur autonomie à des organes qu'il devient ainsi possible d'observer à l'état d'isolement.

Les paralysies dans lesquelles on a vu des courants voltaïques, courants d'intensité ou de quantité, faire contracter des muscles rebelles aux courants induits, courants de tension,

appartiennent à la classe des paralysies spinales. Toutes les paralysies spinales incomplètes sont dans ce cas : dans toutes, lorsque le muscle est encore intact ou s'est rétabli, les courants de tension, réactifs du nerf, sont sans effet ou sans grand effet ; tandis que les courants de quantité, réactifs du muscle, agissent avec une efficacité plus grande qu'à l'état normal.

Etendant aux paralysies cérébrales, en général, l'observation qui n'avait porté que sur quelques paralysies spinales, j'ai constaté, enfin, qu'ainsi que la théorie m'avait permis de le prévoir, la réceptivité, excessive dans ces paralysies pour les excitations qui s'adressent au nerf moteur, est trés-amoindrie pour celles qui s'adressent au muscle (1).

La loi de Marshall Hall doit donc être ainsi modifiée : *les aptitudes motrices, musculaires et nerveuses, conservées dans les paralysies cérébrales, y sont mises en évidence par les courants de tension, tandis que le degré de persistance des aptitudes musculaires dans les paralysies spinales est surtout révélé par l'application des courants de quantité.*

Les explorations dont le plan découle de ces conclusions permettront désormais d'arriver à établir, dans un grand nombre de cas, quelle est la marche, progressive ou régressive, d'une paralysie donnée.

Quant au traitement des paralysies tant cérébrales que spinales par les excitations de l'état variable, il a une origine purement empirique. Le raisonnement peut bien intervenir pour en établir les contre-indications, pour montrer qu'il est inutile quand la cause de la paralysie a supprimé les instruments du mouvement, qu'il est prématuré quand la restauration possible de ces instruments n'est pas encore effectuée ; mais rien n'autorisait à admettre, avant l'expérience, que des sollicitations artificielles seraient capables d'amener progressivement le réveil des excitations physiologiques dans les cas où il n'a pas lieu spontanément.

1. *De la contractilité musculaire interrogée à l'aide des courants électriques.* Comptes-rendus de l'acad. des sciences 1871.

## II

### AFFECTIONS DE LA SENSIBILITÉ, PARALYSIES, — EXALTATION ET SPONTANÉITÉ APPARENTES.

Tandis que l'excitation fonctionnelle qui provoque les mouvements parcourt les nerfs moteurs en allant du centre à la périphérie, celle qui parcourt les nerfs sensitifs chemine de la périphérie au centre. Les considérations thérapeutiques dans lesquelles je suis entré à l'occasion des paralysies du mouvement sont néanmoins applicables aux paralysies de la sensibilité. Au point de vue de la thérapeutique générale, en effet, le sens des transmissions physiologiques est indifférent; la paralysie est toujours l'indice d'une solution de continuité dans la série des actes qui assurent l'accomplissement de la fonction, et les excitations de l'état variable ne représentant qu'un ébranlement capable seulement de rétablir les habitudes de solidarité physiologique entre des organes qui les avaient perdues. Lors donc que la restauration des organes lésés sera opérée, l'excitation fonctionnelle sera appelée, dans les paralysies de la sensibilité aussi bien que dans celles du mouvement, à compléter la guérison.

Pour mieux obtenir le résultat cherché, il est bon de donner ici la préférence aux procédés les plus capables d'agir vivement sur la sensibilité. On choisira donc ses excitateurs de manière à opérer une irritation bien localisée des extrémités nerveuses sensitives; pour cela, on devra les prendre secs, de manière à avoir des résistances au passage aussi grandes que possible.

Les modifications en plus de la sensibilité peuvent se traduire de deux manières : par l'exaltation pure et simple de cette propriété, condition récemment décrite mais non ana-

lysée, bien que les physiologistes aient pu la réaliser artificiellement, et par la spontanéité apparente des perceptions.

La section de la moelle épinière est suivie d'une exaltation des propriétés motrices et sensitives dans les parties inférieures à la section, exaltation qui peut être constatée par l'examen des phénomènes réflexes.

Ce fait doit conduire à admettre que les exagérations de la motricité et de la sensibilité qui s'observent dans les maladies sont liées à des paralysies incomplètes de l'ordre des paralysies cérébrales de Marshall Hall (1).

En dehors des *hallucinations*, auxquelles il n'y a pas lieu de nous arrêter ici, la spontanéité apparente des perceptions ne nous offre à envisager que le phénomène *douleur*, que l'*algie*.

La douleur est nécessairement l'effet d'une lésion, soit du centre percepteur, soit du tronc d'un nerf, soit de son extrémité périphérique, soit enfin des tissus au sein desquels celle-ci se ramifie. On a souvent comparé la douleur qui se montre dans les conditions pathologiques définies à celle que causerait la présence d'une épine enfoncée dans les tissus. La comparaison est bonne, et nous la retenons, reconnaissant toutefois que l'épine n'en existe pas moins lorsqu'on ne la voit pas; son siége est variable, sa présence durable ou passagère, ses effets en rapport avec ces diverses conditions.

Dans les *algies*, on peut souvent enlever l'épine. On l'essaie rarement, en vertu de cette opinion qu'elle peut ne pas exister, et que la douleur peut être indépendante de sa pré-

1. C'est en me fondant sur ces raisons que j'ai, en 1867, dans la première édition de ce mémoire, donné une nouvelle formule de l'indication du chloroforme dans la pratique obstétricale. Il s'y montre utile, bien moins en supprimant la douleur, qu'en favorisant la reprise d'un travail interrompu ou languissant. L'anesthésie produite par les inhalations chloroformiques réalise, en effet, les conditions d'une paralysie cérébrale passagère capable d'augmenter la production des contractions réflexes lorsque celles-ci sont insuffisantes pour amener l'expulsion du fœtus.

sence, que l'*algie* peut être « essentielle ». On s'attaque donc presque constamment aujourd'hui au symptôme douleur sans se préoccuper de sa cause ; et, comme on réussit assez souvent dans cette pratique hasardeuse, on commence toujours par l'essayer.

Parmi les moyens employés, le seul rationnel est l'usage des narcotiques. On sait par expérience qu'ils peuvent éteindre dans une certaine mesure la faculté du centre percepteur : de là l'indication de les donner à l'intérieur.

On a vu, de plus, que leur action pouvait être locale, et qu'appliqués sur une région, ils provoquaient, outre leur action générale, un narcotisme plus marqué des nerfs de cette région.

Pour effectuer, sans interposition de couches inertes, l'application locale des narcotiques, on a enfin enlevé, au moyen de vésicatoires, l'épiderme de la surface sur laquelle ils devaient être déposés. Puis, on a dû se demander si le vésicatoire n'exerçait pas une action qui lui fût propre, indépendante de celle du narcotique, et l'on a vu qu'appliqué seul il réussissait souvent. On n'a pas expliqué son action, mais on lui a donné un nom, et l'on est parti du fait observé pour généraliser ce qu'on a appelé la méthode *révulsive*, dans laquelle divers procédés d'excitation ont été, avec des fortunes diverses, substitués au vésicatoire. Valleix, dont le nom fait encore autorité en matière de *névralgies*, avait même, il y a peu d'années, cru et fait croire que la cautérisation avec le fer rouge pratiquée sur la peau au niveau des points douloureux était un remède certain contre ces affections. Il n'en est rien ; mais cette confiance accuse très-nettement la tendance doctrinale : nous sommes bien loin de l'épine. Cependant un enseignement ressort de ces aberrations : les succès nombreux de la cautérisation transcurrente établissent que l'épine est souvent de nature telle que les réactions provoquées par l'application d'une douleur vive, peut-être même par le voisinage de la suppuration consécutive, sont de nature à faire disparaître la cause du mal.

Une excitation douloureuse portée sur la région à laquelle est rapportée la douleur regardée comme spontanée suffisant souvent pour faire cesser celle-ci, on essaya de substituer aux vésicatoires et au fer rouge les excitations de l'état variable avec introduction de résistances au passage au niveau de la peau. Les succès furent les mêmes ; ils furent même plus nombreux parce que les moyens anciennement employés désorganisant la peau ne peuvent être appliqués qu'à des intervalles éloignés, tandis que les séances de révulsion électrique peuvent être aussi rapprochées que l'exige la situation (1).

Indépendamment des avantages qu'aura présentés la révulsion électrique dans les affections douloureuses, elle fournit un précieux renseignement à ceux que préoccupe le mécanisme des états dits névralgiques, en nous faisant soupçonner quelle peut être, dans un grand nombre de cas, la nature de l'*épine*.

On voit souvent, en effet, ce qu'avait d'ailleurs permis d'observer l'usage des vésicatoires, des épanchements liquides importants disparaître avec une grande rapidité sous l'influence de la révulsion électrique. Les phénomènes réflexes, les réactions provoquées par les révulsifs intéressent donc surtout l'appareil circulatoire ; aussi pouvons-nous admettre que les douleurs contre lesquelles réussit la révulsion sont vraisemblablement occasionnées par des anomalies de la circulation dans le tissu nerveux, et conclure de la fréquence des succès qu'on en obtient, qu'une stase étroitement localisée représente le plus habituellement la lésion nécessaire.

Un autre procédé de traitement des névralgies par l'électrisation a été autrefois essayé et donne aussi de bons résultats; il est même devenu le plus populaire le jour où on l'a

1. Duchenne, de Boulogne. *Traité de l'Electrisation* localisée, 1855. — A. Tripier. *De la Révulsion électrique, et de la médication révulsive.* Courrier médical, 1870.

affublé du nom baroque de *méthode hyposthénisante*. Ce procédé, appliqué d'abord par des gens qui, confiants dans les vertus propres de l'électricité, comptaient sur elle seule et ne demandaient pas à cet agent les moyens de perfectionner quelqu'un des procédés de la pratique courante, consiste à supprimer les résistances au passage, et par conséquent la douleur au niveau de la peau, et à comprendre dans le circuit d'un appareil d'induction une longue portion du nerf sur lequel on veut agir, du nerf qu'on prétend « engourdir. »

Ce mode d'application ayant été employé pour supprimer la douleur dans l'avulsion des dents et dans la pratique de quelques opérations chirurgicales de courte durée, j'ai eu, à cette occasion, à en discuter le mécanisme, et voici quelles ont été mes conclusions (1) : On n'engourdit rien, mais on donne à transmettre au nerf une impression autre que l'impression douloureuse causée par l'opération ; — lorsqu'un nerf a à transmettre simultanément deux impressions, celle qui l'affecte le plus près du centre est transmise à l'exclusion de l'autre ; — ainsi se trouve expliquée l'anesthésie apparente. Enfin, des expériences très-nettes établissent que certains modificateurs, la strychnine par exemple, agissant indépendamment de l'absorption, placent les nerfs sensitifs dans une condition anormale particulière qui survit à leur action pendant un temps souvent assez long. Les excitations de l'électrisation variable pourraient agir d'une façon analogue. Le procédé qui nous occupe en ce moment peut donc masquer temporairement la douleur qui reconnaîtrait pour cause une lésion de l'extrémité du nerf ou de son tronc. De plus, les modifications de la circulation que la révulsion détermine par voie réflexe, peuvent fort bien être ici provoquées directement, et rendre durable un résultat qui, sans cette circonstance, serait très-passager.

Deux procédés nous permettent donc de faire intervenir

1. *De l'anesthésie électrique et de son mécanisme.* Comptes-rendus de l'Acad. des sciences, 1865.

utilement les excitations de l'état électrique variable dans le traitement des affections douloureuses qui ne reconnaissent pour cause qu'une lésion circulatoire aisément modifiable. Mais il faut renoncer à traiter par la méthode *révulsive* ou par celle de la *transmission des impressions simultanées* les états douloureux contre lesquels ces procédés, comme d'ailleurs toutes les médications dites anti-névralgiques, doivent rester inefficaces. Tels sont, pour ne prendre que les exemples les plus communs, les algies de la cinquième paire causées par une carie dentaire, les algies sciatiques en rapport avec une affection organique intra-abdominale, et les algies, si communes, liées à l'existence d'un exsudat diathésique dans les organes nerveux.

Le phénomène sensible auquel nous rattachons l'idée de fonction, et dont les écarts nous révèlent un état maladif, ne peut être modifié que de trois manières : dans sa *quantité*, en moins ou en plus, et dans sa *modalité*.

L'admission de ces trois ordres de lésions fonctionnelles a le mérite de n'écarter *à priori* du cadre nosologique aucune affection possible; mais c'est une simple concession qui, l'heure de l'examen arrivée, ne saurait plus être maintenue. *Il n'y a pas d'affection par altération de la modalité fonctionnelle.*

L'analyse des symptômes nous montre dans les affections dites *ataxiques*, dans les *maladies convulsives*, des états morbides complexes, représentant des combinaisons en proportions variées de l'élément *paralytique* et de l'élément que j'ai appelé *hyperismique*, c'est-à-dire des conditions dans lesquelles les aptitudes fonctionnelles sont déprimées et de celles dans lesquelles ces aptitudes se montrent exaltées.

Quand les pathologistes auront, dans les affections convulsives, fait la part de ces divers éléments, il y aura lieu d'instituer contre elles des traitements rationnels. En attendant, on a, comme toujours, donné des titres aux descriptions

qu'on faisait des divers ensembles symptomatiques et appliqué à chacun de ces titres une, plusieurs, une foule de recettes. Dans ces recettes, on fait tous les jours plus large la part des applications électriques; je le constate sans m'y arrêter : l'électricité a été employée ici, comme d'ailleurs toute la matière médicale proprement dite, d'une façon absolument empirique. C'est à l'avenir qu'il appartient d'analyser les phénomènes et de nous fournir de sérieuses raisons d'agir.

Quand l'état convulsif a son point de départ dans un phénomène de l'ordre sensitif, lorsqu'il existe une *aura*, c'est à cette condition qu'on devra s'en prendre tout d'abord, l'attaquant, soit par la révulsion, soit par le procédé des impressions simultanées, soit plutôt par la galvanisation *sédative*, que nous aurons bientôt à examiner, quand il sera question des applications électriques permanentes.

## III

### PARALYSIES VISCÉRALES.
### STASES ET CONGESTIONS. — ORTHOPÉDIE VISCÉRALE.

Les mouvements apparents ne sont ni les seuls, ni même les plus communément compromis. On soupçonne à peine combien sont fréquentes les causes de paralysies viscérales incomplètes, qui, sans représenter des maladies proprement dites, jouent le principal rôle dans l'histoire médicale des valétudinaires. Sous l'influence de l'abus du plaisir ou du travail, de la contention trop prolongée de l'esprit, de la répétition des émotions fortes, de l'inobservance générale des lois de l'hygiène compliquant une situation défavorable créée par quelque maladie antérieure congénitale ou acquise, on voit à chaque instant l'intestin, l'appareil génital, l'appa-

reil urinaire, les organes secréteurs, l'appareil circulatoire, offrir des exemples de paralysies de ce genre.

Bien qu'elle conserve dans ces cas même toute sa valeur théorique, la loi de Marshall Hall ne nous est plus ici d'aucune utilité pratique, en raison de l'impossibilité où nous sommes actuellement d'établir l'existence ou l'absence des conditions sur lesquelles sont fondées ses conclusions. La question se complique d'ailleurs de l'intervention prédominante d'un appareil nerveux spécial, de l'appareil nerveux ganglionnaire, dont l'action propre et les relations avec les grands centres ne sont pas encore suffisamment élucidées pour fournir aux spéculations de la pathologie des bases solides.

L'examen des causes communes de paralysies viscérales montre cependant qu'en dehors d'états morbides constitutionnels dont la constatation est souvent facile, ces affections répondent rarement à une altération profonde du système nerveux. Aussi le médecin devra-t-il, en leur présence, se trouver généralement conduit à regarder l'affection organique comme à peu près négligeable, et à traiter le trouble fonctionnel comme si la lésion nerveuse était réparée. Le pronostic qui ressortira de cette sorte de capitulation ne comporte assurément pas la netteté de celui que permettait l'examen des paralysies traumatiques, dont nous nous sommes occupé précédemment ; les tâtonnements thérapeutiques en seront rendus un peu plus longs. Avant d'en arriver à ces restrictions, qui m'ont été suggérées par les écarts considérables observés dans les résultats de la pratique, j'avais toutefois constaté les bons effets des applications de l'état électrique variable dans un très-grand nombre de cas de paralysies viscérales. Le moyen mérite donc d'être conservé comme procédé général de traitement de ces affections ; nous devons seulement tendre à en régler mieux l'emploi, et chercher à tenir un compte plus rigoureux des conditions organiques qui compliquent ou même dominent la situation.

Les paralysies viscérales répondent presque toujours à des

troubles organiques complexes; et bien avant qu'on se fût trouvé à même d'apprécier leur fréquence et l'importance du rôle qu'elles jouent, divers moyens généraux de traitement empruntés à l'ordre des modificateurs physiques les avaient souvent, et par des mécanismes variés, influencées favorablement. On me permettra de m'arrêter un instant sur ces procédés, notamment sur l'hydrothérapie et la cinésie.

Ce n'est pas seulement la facilité de les localiser plus exactement qui me fait préférer les excitations de l'état électrique variable à celles des variations du froid et du chaud, du sec et de l'humide, ou à celles déterminées par les mouvements actifs ou communiqués. Une autre raison me paraît, dans des circonstances qui sont précisément celles où l'intervention du médecin est jugée nécessaire, devoir commander la préférence que j'accorde à l'électricité, au moins au début d'un traitement.

Il faut, pour qu'une médication instituée dans le but de réveiller l'activité organique ait son effet utile, qu'elle remplisse deux conditions fondamentales : 1° l'élément organique affaibli ne doit pas être ruiné tout d'abord par une surprise trop violente; 2° l'excitation à laquelle on le soumet ne doit pas être poussée jusqu'à la fatigue. Il en est des aptitudes des éléments organiques, de leur capacité de réaction, comme de l'élasticité d'un ressort : tandis qu'on l'entretient par un exercice bien réglé, on la détruit par les sollicitations trop fortes et trop brusques ou par une tension trop prolongée. A la surprise trop forte de l'organisme doivent être attribués les insuccès de l'hydrothérapie appliquée sans précautions suffisantes chez des sujets dont le pouvoir de réaction est tombé au-dessous d'une certaine limite. Quant à l'inconvénient des excitations qui sont de nature à ne produire l'effet thérapeutique voulu qu'en amenant jusqu'à la fatigue les organes qu'on veut stimuler, il explique l'insuffisance et les inconvénients des pratiques de la gymnastique active chez les sujets très-débiles, ou chez ceux qui réparent difficilement les pertes qu'occasionne la production

du calorique. Il faut donc que, sans cesser d'être brusque, sans cesser d'être une sollicitation à réagir, la première surprise de l'organisme puisse être graduée et proportionnée à la capacité de réaction du sujet ou de la partie malade. Or, mieux qu'aucun autre moyen perturbateur, l'application de l'électricité variable permet, en raison de la facilité avec laquelle on en gradue l'action entre les limites les plus étendues, d'atteindre ce résultat avec sécurité. A ce titre, elle constitue la ressource la plus précieuse dans le traitement de la plupart des affections viscérales chroniques (1).

Un trouble physiologique qui se montre trop constamment dans les paralysies viscérales pour ne pas devoir être considéré ou comme leur cause principale, ou comme l'effet d'une même cause, est cette anomalie de la circulation, un peu perdue de vue de nos jours, à laquelle on a autrefois donné le nom de *stase*.

Il est nécessaire, pour se faire de la *stase* une idée en rapport avec l'état actuel de nos connaissances, de se reporter aux belles expériences dans lesquelles Claude Bernard a montré l'influence des nerfs artériels sur l'afflux du sang dans une région circulatoire donnée. Nous savons maintenant, qu'alors qu'elle se présente indépendamment de toute complication, la paralysie de ces nerfs amène l'état de vascularisation excessive auquel convient le nom d'*hyperémie*. Dans les mêmes conditions, c'est-à-dire en l'absence de complications du côté des autres appareils, l'excès d'action des nerfs artériels modère outre mesure l'accès du sang dans la région et produit l'*anémie* locale. Mais la circulation n'est pas seulement sous la dépendance de l'afflux du sang; il faut que le sang qui est arrivé dans une région puisse en sortir. Or, bien que les conditions qui sont capables de mettre obstacle à cette circulation de retour ne nous soient pas toutes très-nettement connues, nous savons que celle-ci peut être

1. Pour l'application au traitement général des anémies, voir : *Des Bains électriques*. (Tribune médicale, 1868).

partiellement empêchée. Si l'obstacle au départ du sang par les conduits veineux coïncide avec la paralysie des nerfs artériels, l'hyperémie deviendra *congestion*. Si, au contraire, la circulation veineuse est gênée en même temps que l'afflux artériel est diminué, l'anémie deviendra *stase*.

La congestion, qui se traduit par une vascularisation plus grande, et qui, phénomène ordinairement passager, n'offre d'inconvénients immédiats qu'en raison de son siége, lorsque l'action mécanique de l'afflux du sang porte sur des organes délicats, tend, lorsqu'elle se prolonge, à se juger par les accidents dits inflammatoires, pour peu que les autres conditions qu'exige la production de ceux-ci soient remplies. La stase arrive lentement, et, une fois produite, persiste, sans grand inconvénient immédiat, mais aussi, en raison même de la lenteur avec laquelle elle s'est progressivement établie, sans tendance à disparaître.

Dans les paralysies viscérales, la stase est à peu près constante.

Les considérations que je viens de présenter sur la stase et la congestion m'amènent à signaler l'intérêt pratique d'un point de physiologie pathologique à l'endroit duquel règne encore une grande obscurité. Comment se fait-il qu'une stase un peu étendue devienne la cause prédisposante de congestions dans d'autres parties? — Je ne saurais le dire, mais le fait me paraît incontestable. L'existence d'une relation entre les phénomènes de congestion accidentelle et les stases permanentes est accusée de la manière la moins douteuse par un certain nombre de faits pathologiques et thérapeutiques.

Citons-en quelques exemples :

Tout le monde sait quelles préoccupations donnent aux médecins les stases hémorrhoïdaires, et combien la plupart redoutent, chez les sujets qui en sont affectés, les congestions possibles vers la tête ou la poitrine.

Une hémorrhagie périodique annonce et accompagne la

période de fécondité de la femme. Lorsque, chez la jeune fille, cette hémorrhagie s'établit difficilement, ce n'est pas seulement vers la partie qui en est le siége que se manifestent des symptômes de congestion; c'est surtout vers les parties supérieures du corps.

Lorsque, à un âge plus avancé, ces hémorrhagies physiologiques tendent à cesser de se faire par un organe qui a eu d'ailleurs le temps de devenir le siége de stases, c'est encore vers la tête, surtout vers la poitrine, que se produisent des phénomènes congestifs se traduisant par de l'oppression, par des hémoptisies, quelquefois même par l'apoplexie pulmonaire.

Enfin, si j'ai parlé de faits thérapeutiques établissant qu'il y a, non-seulement coïncidence, mais relation de cause à effet entre les stases abdominales et les congestions vers la tête et la poitrine, c'est parce que j'ai vu souvent l'application des courants d'induction, dirigée contre les stases abdominales, avoir raison de phénomènes congestifs ayant leur siége à la partie supérieure du corps, aussi promptement qu'eût pu le faire une abondante saignée. Les congestions interminables qui accompagnent certaines affections des yeux, et sur lesquelles le traitement local a une influence si lente et si douteuse, disparaissent souvent avec une rapidité surprenante quand on leur oppose le mode de dérivation sur lequel j'appelle ici l'attention.

Qu'on vienne à appliquer les excitations de l'état variable à une région qui est le siége de stase ou de congestion, on aura une action en masse dont l'influence sur les conditions physiologiques dont il vient d'être question nous reste maintenant à analyser.

Si l'on a affaire à une congestion, on peut supposer que l'excitation des nerfs artériels modérera l'afflux du sang en même temps que l'action exercée sur les éléments contractiles des tissus ambiants favorisera la circulation veineuse. C'est surtout aux influences de ce dernier ordre qu'il faut

attribuer la guérison si rapide des entorses et de certaines contusions traitées par un massage méthodique; or, j'ai pu constater que l'électrisation par les courants d'induction donne des résultats tout à fait analogues (1).

Quant aux stases, les résultats si promptement avantageux de l'excitation électrique variable, dans des cas d'épanchements séreux et dans quelques engorgements des glandes lymphatiques, doivent faire admettre que la gêne de la circulation veineuse y joue le principal rôle.

Dans l'interprétation que j'essaie ici des phénomènes observables à la suite de l'électrisation variable des régions affectées de stase ou de congestion, j'ai dû, partant des données physiologiques acquises, tenir compte du rôle que doit jouer, dans ces circonstances, l'excitation des nerfs artériels. Or la pratique établit bien vite que cette excitation des nerfs artériels n'a qu'une importance minime : qu'on applique, en effet, les excitations de l'état électrique variable à une région saine, on y produira une hyperémie passagère. Il faut donc admettre que l'influence exercée sur la circulation veineuse joue, dans les congestions exemptes de complications aussi bien que dans les stases, le rôle prépondérant, et que l'excitation en masse d'une région n'atteint que faiblement les nerfs artériels ou bien atteint en même temps les nerfs que Claude Bernard a montré être leurs antagonistes. Ces vues nous expliquent pourquoi, indépendamment des conditions étrangères qui constitueraient des prédispositions à l'inflammation, les excitations de l'état électrique variable remédient bien plus sûrement aux stases qu'aux congestions.

Nous n'avons envisagé jusqu'ici le mouvement que comme une fonction qui, disparue quand ses conditions d'existence ont fait défaut, peut ne pas reparaître spontanément lorsque celles-ci sont restituées; et nous avons cherché à déterminer

1. *De la faradisation dans les contusions et entorses.* Tribune médicale, 1869.

les cas dans lesquels l'organisme devait être sollicité en vue d'obtenir le réveil de la fonction. Il est des cas dans lesquels ces sollicitations au mouvement peuvent avoir un autre genre d'utilité : ceux où le résultat mécanique des mouvements provoqués deviendra la condition de guérison d'une lésion de forme ou de situation de quelque organe. Le but qu'on poursuit alors n'est plus le réveil d'une faculté disparue, mais l'utilisation d'une aptitude conservée au moins en partie.

C'est aux *obstructions intestinales* et aux *étranglements herniaires* qu'on a d'abord essayé de remédier, en provoquant des mouvements de l'intestin capables de dénouer mécaniquement l'obstacle, ou de favoriser la réduction de la hernie. Les premières tentatives furent faites en utilisant directement le courant des piles, et demeurèrent infructueuses. Plus tard, on eut recours aux appareils d'induction ; et, malgré les conditions défavorables dans lesquelles était appliquée cette médication, on obtint des succès. Les résultats obtenus ne permettent pas de douter que les succès deviennent nombreux quand on s'adressera, dès le début des accidents, à ce moyen qui n'a encore presque jamais été employé qu'à la dernière extrémité (1).

Dans les *hernies*, alors que par suite du relâchement d'un des anneaux qui brident en plusieurs points les lacunes de la paroi abdominale, une anse d'intestin s'engage dans un de ces orifices, le dilate mécaniquement et y pénètre de plus en plus, les excitations de l'état variable peuvent servir à la fois à resserrer l'anneau et à diminuer la laxité de l'intestin qui deviendra ainsi moins prédisposé à s'engager. Si l'on ne peut espérer guérir complétement par ce moyen les hernies anciennes et considérables, on trouve cependant en lui une ressource précieuse dans la plupart des cas récents.

1. A. Tripier, *Indications thérapeutiques dans les obstructions ou étranglements de l'intestin.* Gazette des hôpitaux, 1863. — *Obstruction ou étranglement intestinal. Invagination intestinale. Hernies.* Ann. de l'Électr. 1864. — *Obstruction intestinale.* Gazette des hôpitaux, 1866.

C'est encore à l'action fortifiante exercée par cette gymnastique électrique sur les parois de l'intestin qu'il faut attribuer les succès obtenus par l'application des courants d'induction dans des cas de *chute du rectum*, infirmité fréquente chez les enfants débiles, et à laquelle on n'avait guère à opser jusqu'ici que des moyens chirurgicaux.

Enfin, dans les organes musculeux, le travail de la désassimilation nutritive, condition indispensable d'une assimilation réparatrice, se fait surtout pendant et par la contraction. Plusieurs de ces organes, incapables de contractions volontaires, se trouvent exposés sans défense aux conséquences de l'ensemble des conditions auxquelles nous avons précédemment rattaché la production des stases ; ils deviennent dès lors le siége d'*engorgements* sous l'influence desquels la production du tissu unissant s'exagère aux dépens du tissu contractile, ou devient assez prépondérante pour disséminer celui-ci dans une gangue considérable et gêner de plus en plus l'accomplissement de ses fonctions. Provoquer des contractions dans les muscles est un moyen d'y activer la nutrition languissante et d'en prévenir ou d'y faire cesser l'engorgement. Me fondant sur ces considérations, je me suis trouvé conduit à combattre par les excitations de l'état électrique variable les lésions de nutrition viscérales caractérisées par le développement exagéré du tissu conjonctif entraînant l'atrophie ou l'impuissance fonctionnelle du tissu contractile. Cette méthode de traitement, que j'ai déjà opposée avec le succès le plus complet aux *engorgements de l'utérus* et de la *prostate* (1), comporte assurément des applications plus variées.

La facilité avec laquelle se localisent les excitations élec-

1. *Hyperplasies conjonctives des organes contractiles. De l'emploi de la faradisation dans le traitement des engorgements de l'utérus et de l'hypertrophie prostatique.* Comptes-rendus de l'Acad. des sciences 1859, et Gazette médicale de Paris, 1861.

triques devait me conduire à leur demander davantage à l'endroit de l'utérus. La mobilité de cet organe l'expose à des *déplacements* et à des *déformations* qui ne sont presque jamais sans inconvénients. Or, j'ai montré qu'en localisant les excitations dans sa partie antérieure ou dans sa partie postérieure, il est possible, quand des adhérences n'immobilisent pas l'utérus dans une position vicieuse, de le ramener à sa situation normale s'il était renversé ou fléchi en arrière ou en avant (1).

Quelque soin que l'on prenne de localiser exactement l'excitation électrique, et quelque restreinte que soit l'indication qui a d'abord conduit à employer ce moyen, il est impossible d'agir sur des parties aussi conductrices que l'est la masse des organes contenus dans la cavité abdominale sans dépasser la sphère d'action voulue et sans intéresser des tissus autres que ceux que l'on avait en vue. Mais la solidarité physiologique des tissus qui concourent à la formation d'un même appareil, et la solidarité pathologique des organes qui, situés dans une même région, sont soumis aux mêmes vicissitudes circulatoires, font que la dispersion inévitable des courants est, dans ce cas, plutôt favorable que défavorable. Voulant seulement donner une idée générale des méthodes et de l'esprit qui a présidé à leur institution, je ne m'arrêterai pas sur les résultats inattendus que m'ont donnés mes premières observations. Ce qui a été dit précédemment des anomalies locales de la circulation et des lésions de la sensibilité peut faire soupçonner ce qu'a été cette part de l'imprévu.

1. *Loc. cit.* et *Lésions de forme et de situation de l'utérus, leurs rapports avec les affections nerveuses de la femme et leur traitement*, 1871.

# CHAPITRE III

## Applications de l'état électrique permanent.

Nous avons jusqu'ici demandé à l'électricité une action stimulante, perturbatrice; et c'est indirectement, par un mécanisme indiqué à l'occasion des stases, que nous avons pu tirer de cette action perturbatrice des effets manifestement sédatifs ou même antiphlogistiques.

Il était permis de supposer qu'en se plaçant dans d'autres conditions instrumentales, on pourrait varier les actions produites, et, par suite, les effets thérapeutiques. Ceux surtout qui voyaient dans l'électricité un agent d'une essence spéciale et capable d'une influence médicatrice indépendante de son influence physique, devaient reprocher aux procédés fondés sur l'emploi des variations brusques de l'état électrique de ne pas utiliser suffisamment les vertus propres, les vertus *spécifiques* comme on dit, de l'agent dont on disposait. Cette lacune fut comblée par l'introduction successive dans la thérapeutique, de la charge incessamment communiquée par les machines à frottement, puis par l'électrisation du patient intercalé d'une façon permanente dans le circuit d'une pile à courant continu aussi constant que possible.

Il est inutile d'insister sur ce point que l'idée de spécificité qui, si elle n'a pas présidé à ces tentatives, en a, du moins, favorisé la vulgarisation, est une vue superstitieuse à laquelle on eût dû depuis longtemps renoncer. N'ajoutant à l'organisme aucun élément pondérable, l'action de l'électri-

cité est purement physique; les réactions seules caractérisent la vie dans la matière qui réagit; et celle-ci se comporte toujours d'une façon identique à la suite de sollicitations équivalentes. Si je signale ces questions, qui sont résolues par cela seul qu'elles sont posées, c'est pour écarter tout d'abord la discussion des théories extra-scientifiques auxquelles la facilité de genèse et de transformation de l'électricité a permis de naître et de se perpétuer. Lorsque les diverses forces sont appliquées à l'organisme vivant, leurs effets immédiats sont les mêmes que lorsqu'elles sont appliquées aux corps bruts; leurs effets éloignés dépendent des réactions possibles de la machine impressionnée.

C'est en partie à l'ignorance de ces lois fondamentales de la physique générale, en partie à ce qu'elles passaient pour une importation allemande, que les applications continues ont dû une vogue qu'elles mériteront certainement un jour, mais qu'aucune raison sérieuse, dogmatique ou même empirique, ne justifiait à l'époque où cette vogue a pris naissance. L'examen des procédés employés ou recommandés, des considérations physiologiques sur lesquelles on a tenté d'en baser l'emploi, et des cas pathologiques dans lesquels on en a retiré des résultats avantageux, doit avoir aujourd'hui pour effet, autant de prévenir la défaveur qui s'attacherait inévitablement à une pratique à la mode, que de réduire à leur juste valeur des prétentions sans fondement.

Les applications permanentes peuvent se faire, soit avec les machines à frottement, soit avec la pile, soit avec les machines magnéto-électriques telles que les a modifiées M. Van Malderen et que les construit la compagnie l'*Alliance* pour l'éclairage des phares. Ces derniers appareils donnent des courants d'intensité oscillante; cependant les transitions y étant insensibles, ils conviennent parfaitement dans la plupart des cas où l'emploi du courant voltaïque est indiqué.

Quelques exemples d'applications permanentes faites avec les anciennes machines à frottement ont été donnés par

des auteurs du siècle dernier, avec indication des procédés employés. On a, de nos jours, repris la plupart des pratiques de cette époque, mais sans y rien ajouter et sans en tirer aucun enseignement nouveau. Je ne m'arrêterai pas sur l'emploi des machines à frottement, à peu près abandonnées aujourd'hui ; mais je devais le rappeler ici parce qu'elles permettent de réaliser des *applications permanentes de courants continus*, constants ou oscillants, *d'une intensité à peu près nulle, mais d'une immense tension* ; et qu'il y a, dans ces applications, des ressources qu'il serait bon de remettre à l'étude.

La découverte de la pile fit renoncer à l'emploi des machines à frottement; mais il est remarquable que les effets de l'état variable lui furent demandés d'abord. Depuis quelques années, on utilise le courant permanent, sans pour cela négliger les applications variables ou mixtes ; d'où un grand nombre de procédés qu'il est nécessaire d'indiquer si l'on veut écarter du sujet la confusion qui y règne actuellement.

De 1800 à 1830, on demande surtout à la pile les effets de l'état variable. Ceux-ci se compliquent inévitablement, dans la pratique, d'applications *permanentes*, mais *très-courtes* et *fréquemment renouvelées*, de courants d'une *tension généralement médiocre* (de 10 à 20 couples en auge) et d'une *intensité assez considérable*. Les appareils employés étaient d'une action peu constante; l'intensité s'affaiblissait rapidement ; mais ces défauts n'avaient que peu d'importance eu égard au mode d'application. C'est sous le nom de *galvanisation* que cette pratique s'est fait connaître ; nous le lui laisserons, en y ajoutant l'épithète *discontinue* pour mettre fin à une équivoque qui rend inintelligible ce qui a été écrit de nos jours sur les applications immédiates du courant voltaïque.

Le procédé auquel conviendrait le nom de *galvanisation continue*, introduit dans la pratique par La Baume (1826), n'est devenu vulgaire qu'à la suite de la construction des piles

en chaîne de Pulvermacher. La galvanisation continue fut opérée d'abord avec des courants dont l'intensité allait décroissant rapidement; on se sert aujourd'hui, pour l'appliquer, de piles à courant constant.

Cette méthode générale comportait et a présenté des variantes importantes.

Les premiers moteurs employés donnaient des courants d'une intensité assez faible et d'une tension notable.

Plus tard, on demanda la *constance* à des piles qui la donnèrent aux dépens de l'intensité qui devint faible. On essaya de remédier à ce défaut, si c'en était un, en donnant aux applications une très-longue durée, les prolongeant pendant plusieurs heures.

Aujourd'hui, sans modifier très-sensiblement la *tension*, mais arrivant petit à petit à la diminuer, au moins quand nous faisons usage d'appareils bien construits, nous avons, sans renoncer à la constance des courants, augmenté notablement leur intensité. En même temps, la durée des applications a été progressivement réduite.

A la méthode générale de la *galvanisation continue* se rattache enfin une pratique sur laquelle un certain nombre d'observations cliniques, insuffisantes sans doute pour permettre un jugement motivé, mais suffisantes pour encourager à poursuivre les essais, me donnent à penser qu'on doit fonder quelque espoir. Il s'agit de l'application, tantôt courte, tantôt prolongée, de courants de faible tension fournis par des moteurs destinés à donner de la quantité; des courants que donne, par exemple, un seul couple de grande surface et d'un pouvoir électromoteur un peu fort.

La galvanisation continue présente donc, en tant que procédé physique, des différences importantes en rapport avec l'intensité des courants, avec leur tension, avec la constance d'action du moteur, enfin, avec la durée de l'application qu'on a fait varier de une demi-minute à plusieurs heures.

Parmi ces conditions opératoires, il en est une, la constance d'action du moteur, sur l'importance de laquelle on a

beaucoup bataillé sans arriver à établir son degré d'importance. Quelque constante que soit l'action du moteur envisagé à part, elle cesse de l'être lorsque son circuit est fermé sur un corps organisé. La constance d'action du moteur n'entraîne donc pas, dans l'application à un organisme vivant, la constance du courant, condition irréalisable, et dont on ne peut se rapprocher qu'en faisant usage de courants très-faibles, dont les oscillations sont forcément moins marquées.

Du moment que les moteurs les plus constants ne donnent que des courants oscillants, et que la constance du courant n'est pas une condition nécessaire de la production des effets thérapeutiques notés, on doit se demander s'il n'y a pas lieu de se contenter des moteurs qui donnent des courants oscillants, s'ils les donnent, d'ailleurs, dans des conditions convenables d'intensité et de tension. C'est pourquoi j'ai proposé l'usage des machines magnéto-électriques (1), qui, capables des mêmes travaux physiques que la pile, peuvent aussi lui être substituées dans les applications physiologiques. Suivant la grosseur du fil dont sont armées les bobines, ces machines donneront des effets de quantité ou de tension.

Récemment, Ciniselli, de Crémone, a restitué, la faisant sienne par une définition exacte de ses moyens et une appréciation scientifique de son but, une pratique antérieure à la création de la pile de Volta : la *galvanisation* des auteurs de la fin du siècle dernier (2). Ce procédé diffère complétement des précédents par son économie générale. Le patient n'y est plus intercalé dans la partie extérieure du circuit d'un électro-moteur; mais il représente l'élément liquide d'un couple unique complété par une lame de zinc.

1. *De quelques modifications à introduire dans la construction des appareils magnéto-faradiques.* Annales de l'Électrothérapie, 1864.

2. *Degli effetti che si possono ottenere dall'applicazione metodica di due sole lamine elettromotrici indipendatemente dalle cauterizzazioni elettrochimiche.* Milan, 1867.

Quant à l'arc qui fermera extérieurement le circuit, il est constitué par un conducteur reliant l'élément zinc à un point de la peau plus ou moins éloigné de lui.

En résumé, nous voyons que sous le titre d'*applications du courant continu*, ou même du courant *continu constant*, on a confondu tous les procédés dans lesquels le courant voltaïque était immédiatement utilisé. Sans tenir compte de ceux qui sont basés sur l'emploi des moteurs à frottement, nous trouvons :

1° La *galvanisation* des auteurs du commencement du siècle, *galvanisation discontinue*, procédé mixte dans lequel il est fort difficile de faire la part qui revient aux phénomènes de l'état variable et à ceux de l'état permanent ;

2° La *galvanisation continue,* dont les effets doivent varier avec l'intensité et la tension des courants, et aussi avec la durée des applications. Dans la pratique, on est arrivé généralement, sans autres raisons que celles tirées de la commodité de l'outillage ou de la convenance de l'opérateur, à réduire un peu la tension, à augmenter progressivement la quantité, et à abréger considérablement la durée des applications ;

3° Enfin, *l'autogalvanisation*, constituée par Ciniselli à l'état de méthode définie.

De ces procédés, les deux derniers relèvent seuls de la question qui nous occupe en ce moment. Encore l'autogalvanisation n'est-elle rappelée ici que pour mémoire, son auteur n'ayant publié jusqu'à présent que ses premiers essais, et les tentatives que j'ai faites pour apprécier l'utilité de cette méthode ne m'ayant encore donné que des résultats peu décisifs.

On ne se sert plus aujourd'hui, dans les applications permanentes du courant voltaïque, que des piles à deux liquides (1).

1. Celle de Daniell serait à peu près abandonnée, bien que les constructeurs, Parelle et Siemens notamment, en aient donné de très-bons types, si beaucoup de médecins ne donnaient la préférence au couple

A quelque moteur qu'on ait recours, il est facile de disposer de la surface et de l'accouplement de manière à mettre

dit de Remak, qui est détestable. Afin « d'avoir plus de tension », Remak a rempli les vides du couple de Siemens avec de la sciure de bois qu'on maintient facilement humide par l'addition périodique d'une très-petite quantité d'eau. Ce dispositif augmente tout d'abord inutilement la résistance intérieure du couple; celle-ci devient énorme quand la sciure de bois est imprégnée de sulfate de zinc. Le courant fourni par cette pile offre une intensité qui, décroissant rapidement pendant les premiers jours, arrive, au bout d'une semaine, à être presque insignifiante. Aussi voyons-nous tous les jours employer des batteries de 30 à 60 couples de grande dimension, pour obtenir des effets que donnerait une pile de 10 couples ordinaires de Daniell.

Duchenne, de Boulogne, se sert d'une pile au sulfate de plomb. Le pouvoir électromoteur de cette pile est faible; mais, en donnant aux couples une surface un peu grande, et en en multipliant suffisamment le nombre, on obtient un moteur économique, d'énergie suffisante, d'un entretien presque nul, et dont le seul défaut est d'être très-encombrant.

Jusqu'à ces derniers temps, j'ai employé de préférence les piles de Marié-Davy au protosulfate de mercure. Leur pouvoir électromoteur est assez fort pour qu'une batterie de 18 couples de moyenne dimension suffise aux applications chirurgicales; un nombre égal de couples de dimension moindre suffirait à toutes les applications médicales. L'entretien d'une telle pile est peu de chose et sa durée considérable, grâce à la constante amalgamation des zincs qui modère la dépense quand la pile ne travaille pas.

Depuis quatre ans, j'ai à peu près abandonné les piles au protosulfate de mercure pour les piles Leclanché, dans lesquelles le peroxyde de manganèse joue le rôle de collecteur et de réducteur de l'hydrogène, tandis que la combustion du zinc est opérée par l'acide chlorhydrique du chlorhydrate d'ammoniaque. Ces couples, qui ne dépensent pas sensiblement quand le circuit est ouvert, fournissent, dans les conditions de la pratique médicale, un travail de plusieurs années sans exiger aucun entretien. Enfin, circonstance dont on appréciera la valeur, on les fabrique dans des conditions telles que les contacts ne sont pas sujets à se détériorer. Après avoir expérimenté toutes les piles qu'on a proposées, c'est à cette dernière que je me suis arrêté, tant pour faire fonctionner les appareils d'induction établis à poste fixe que pour l'établissement des piles à demeure.

Une nouvelle combinaison, proposée par Marié-Davy, a été dernièrement réalisée par Varren de la Rue : les piles au chlorure d'argent. Ces couples, d'un pouvoir électromoteur assez fort et d'une résistance intérieure très-faible, ont été construits par Gaiffe de manière à permettre d'établir, sous un volume réduit, des batteries qui vulgariseront les applications chirurgicales du courant continu en permettant de transporter les piles au domicile des malades. Ces instruments se prêtent également bien aux applications médicales.

l'intensité et la tension du courant en rapport avec la résistance du circuit extérieur dans lequel on opère et les effets qu'on veut produire.

On devra, enfin, aussi bien en vue des applications chirurgicales qu'en vue des applications médicales, faire aboutir les contacts des couples de la pile à un commutateur qui permette de les faire entrer un à un dans le circuit (1).

La nature des excitateurs a enfin une importance dont on ne tient généralement pas assez compte. Si leur résistance propre est négligeable quand on fait usage de courants d'une grande tension, comme sont les courants d'induction des appareils usuels, il n'en est plus de même dans l'application des courants voltaïques, dont la tension est toujours relativement faible. C'est dire qu'on ne devra jamais se servir d'éponges mouillées. L'action chimique des courants voltaïques étant beaucoup plus forte que celle des courants d'induction, on devra renoncer également aux boutons métalliques recouverts de peau; à moins d'être en platine, en argent ou nikelisés, ils seraient rapidement oxydés et offriraient une résistance locale capable de diminuer beaucoup l'intensité du courant. Les seuls excitateurs humides dont je puisse conseiller l'emploi sont mes boutons de charbon recouverts d'agaric ou de peau de daim. La résistance de l'agaric mouillé est moins grande que celle de la peau.

Ce qui vient d'être dit des excitateurs est applicable aux réophores. Je n'y insisterais pas si je n'avais vu employer dans des applications voltaïques immédiates des cordons fabriqués pour transmettre des courants d'induction, cordons d'une conductibilité tout à fait insuffisante. L'emploi de ces organes impropres concourt à expliquer la disproportion, frappante dans la plupart des observations publiées jusqu'ici,

1. Le commutateur à double cadran de Gaiffe est celui qui remplit le mieux cette indication, en même temps qu'il permet d'employer un segment quelconque de la pile et de la ménager ainsi en ne faisant pas travailler toujours les mêmes couples.

4

entre l'énergie des moteurs employés et l'exiguité des effets obtenus.

Un corps organisé étant convenablement intercalé dans le circuit d'un moteur voltaïque, certains effets physiques, observables sur la matière brute comme sur la matière vivante, se produiront tout d'abord. Il est bon de commencer par en tenir compte si l'on veut arriver à apprécier leur influence possible, et écarter les causes de confusion dans les interprétations ultérieures.

Lorsqu'on eut vu le courant d'une pile produire l'incandescence et la fusion de fils de fer et de platine, on attribua à la chaleur produite par le courant, la douleur cuisante et l'escharification notées au niveau des points d'application des électrodes. C'était une erreur. Pour qu'un courant produise de la chaleur, il lui faut, outre une intensité qu'on ne lui donne jamais dans la pratique médicale, rencontrer dans son circuit une résistance locale due à la faible section du conducteur. Or, c'est une condition qui n'est jamais réalisée dans les applications thérapeutiques. Il n'y a donc pas lieu de tenir compte d'effets en rapport avec une élévation de température des tissus produite directement par le courant.

Un autre effet, d'ordre mécanique, a été observé, lorsqu'on a fait traverser par un courant continu une auge, séparée par une cloison perméable en deux compartiments, et contenant un liquide. Une partie du liquide est transportée, dans le sens du courant, du compartiment en rapport avec l'électrode positive dans le compartiment en rapport avec l'électrode négative, où le niveau s'élève. L'expérience ne donne toutefois ce résultat que dans une faible mesure et lorsque le liquide offre au passage du courant une résistance que ne présentent pas les liquides organiques. Les effets de cet ordre sont donc encore de ceux dont il n'y a pas lieu de tenir compte.

Il n'en est plus de même de ceux qui intéressent plus intimement la constitution moléculaire : la matière organisée

soumise à l'action des courants voltaïques dont nous nous servons est affectée *chimiquement*. Le fait de la décomposition électrolytique, sensible au niveau des points d'application des électrodes, suppose une modification passagère de l'équilibre chimique des parties intermédiaires, modification influant nécessairement sur les phénomènes de nutrition, auxquels elle crée des conditions de milieu particulières.

Les effets *d'induction* ne sont pas d'une moindre évidence. *A priori*, il est impossible de ne pas les admettre; mais ils sont, de plus, fréquemment accessibles à l'observation directe. Lorsqu'un corps vivant est soumis, dans des conditions qui ne sont pas encore nettement définies, à l'action d'un courant voltaïque passager, on note souvent la commotion de l'extra-courant de rupture.

On sait, enfin, que l'organisme est incessamment sillonné par des courants qu'engendrent les phénomènes de nutrition et de dénutrition; il est, dès lors, impossible de lancer dans sa masse un courant étranger sans apporter dans l'économie des courants physiologiques certaines perturbations qui devront aboutir à des réactions non encore déterminées.

Quant à cet état électrique propre de l'organisme, il affecte, dans sa mobilité, des lois qu'on ne saurait encore formuler d'une manière exacte et complète, mais dont quelques-unes ont été entrevues par les physiologistes. Je dois m'y arrêter; car, si incomplètes qu'elles soient, c'est elles qui fourniront un point de départ aux spéculations théoriques dans lesquelles les tentatives thérapeutiques devront chercher leur raison d'être.

Un muscle, séparé ou non de l'animal vivant, mais dans lequel les phénomènes de nutrition ne sont pas éteints, est le siége d'un courant électrique dirigé, dans le muscle isolé, de son centre à sa surface (Matteucci).

Mais si, pendant que ce muscle est en observation, on vient, agissant sur son nerf, à le faire contracter, un courant passager se produit aussitôt, de direction contraire au pre-

mier dont il diminue considérablement l'intensité (Du Bois-Reymond).

D'autres expériences ont été instituées par Du Bois-Reymond dans le but de comparer les propriétés des nerfs à celles des muscles. Il a vu que, prenant un fragment de nerf, on constate l'existence d'un faible courant indiquant que les points les plus rapprochés du milieu de ce fragment nerveux sont positifs par rapport à ceux qui sont plus voisins des extrémités ; que, lorsqu'on excite un nerf par des courants discontinus, on produit une diminution ou une cessation du courant nerveux, quelle que soit la direction du courant excitateur. L'intérêt de ces observations est toutefois, au point de vue qui nous occupe, très-amoindri par cette circonstance qu'elles ont été faites sur des tissus séparés de l'animal, dans des conditions qui ne permettent pas de saisir leur lien possible avec les phénomènes qui s'accomplissent chez le sujet vivant.

Opérant sur une patte postérieure de grenouille séparée de l'animal, Nobili avait constaté que, pendant le repos, elle est le siége d'un courant dirigé de son extrémité à sa racine. Depuis, Matteucci, Du Bois-Reymond, Claude Bernard, ont constaté que ce courant, que Nobili croyait propre à la grenouille, se retrouve chez les animaux à sang chaud. Enfin, un artifice expérimental a permis à Du Bois-Reymond de le constater chez l'homme à l'état physiologique. Les muscles à l'état de repos sont donc des électromoteurs, générateurs de courants centripètes (1).

1. Le courant propre de la grenouille peut faire contracter la patte galvanoscopique lorsqu'on ferme le circuit en réunissant les nerfs aux muscles, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un arc conducteur. Faisant varier les conditions de cette expérience, on est arrivé à constater la production du phénomène dans des circonstances où la résistance de l'arc intermédiaire est considérable. Ainsi, lorsque, tenant la patte à la main par les nerfs ou par la jambe, on la plonge dans l'eau par la jambe ou par les nerfs, on obtient une contraction ; mais celle-ci fait défaut si la grenouille est supportée par un corps isolant, ou si le liquide touché est contenu dans un récipient isolé. Il faut admettre que, dans le premier cas, le courant a pu vaincre la résistance du

Après avoir constaté que les deux électrodes d'une pile étant appliquées sur deux points d'un animal récemment sacrifié, le plus loin possible l'un de l'autre, des courants dérivés se manifestent dans tous les points du corps, courants dont l'intensité est en raison de la conductibilité propre des tissus et de leur position relative, d'après les lois générales qui président à la répartition des courants dans les voies de dérivation, Matteucci a examiné comment se dérivaient les courants appliqués aux organes nerveux, afin de se rendre compte des conditions spéciales de la conductibilité de ceux-ci. Il a vu alors qu'un courant d'intensité constante introduit dans l'animal par deux points du système nerveux, donne lieu, dans la masse des autres parties, à des courants dérivés plus forts, et est, par conséquent, moins bien conduit, lorsque la direction du courant de la pile dans l'animal est centrifuge que lorsque cette direction est centripète. Matteucci conclut de là que le courant nerveux est mieux conduit de la moelle aux nerfs que des nerfs à la moelle, dans la direction centrifuge que dans la direction centripète. Je crois à un *lapsus* ou à une faute de traduction : c'est la conclusion inverse qu'il faudrait tirer de cette épreuve, fort importante en ce que la différence notée entre les conductibilités centrifuge et centripète s'efface à mesure qu'on s'éloigne du moment de la mort de l'animal, et finit par disparaître. Cette expérience, avec les conclusions que je substitue à celles de Matteucci ou de son traducteur, concourt à établir l'existence d'un courant propre, physiologique, centripète, qui contrarierait la propagation des courants centrifuges surajoutés et en favoriserait la dispersion.

Afin d'étudier comparativement l'influence des courants

liquide, du sol, et du corps de l'observateur. Une conséquence que je suis surpris de n'avoir pas vu tirer des résultats de ces épreuves, est que le courant propre, fourni par les batteries musculaires, a une très-grande tension, et que, grâce à cette tension, il est suffisamment conduit par les cordons nerveux qui sont, comme on sait, de médiocres conducteurs.

centrifuges et centripètes sur les nerfs, Volta avait imaginé une expérience simple et ingénieuse dans ses dispositions, expérience restée célèbre sous le nom d'*alternatives voltianes*.

Une grenouille, réduite à son train postérieur tenant par les nerfs à un pont rachidien, plongeait, par chacune de ses pattes, dans un godet où venait aboutir l'une des électrodes d'une pile. La grenouille préparée fermait ainsi le circuit, le courant étant ascendant ou centripète dans une des pattes, descendant ou centrifuge dans l'autre. Quant au réactif qui devait permettre d'apprécier les modifications survenues dans les nerfs des membres ainsi parcourus, c'était le courant lui-même : la rupture et la fermeture de son circuit créaient des états variables dont l'influence pouvait se traduire par des contractions.

Avant de rappeler les résultats de cette expérience et de chercher à les interpréter, il faut noter que les trains postérieurs de grenouille pouvaient ne pas offrir les conditions de l'état physiologique; que la variabilité des réactions constatées donnait un grand poids à ce *desideratum*, en fournissant une preuve de la non-identité des réactions des nerfs observées dans des conditions qui peuvent paraître voisines. Or, la connaissance des diverses réactions présentées par les nerfs moteurs en voie de nécrobiosie, élément indispensable de contrôle de l'expérience de Volta, a fait défaut jusqu'à ces derniers temps. De nos jours seulement, Claude Bernard a montré que le nerf moteur, partant de l'état physiologique pour arriver à la mort, passait par quatre périodes distinctes dont voici l'ordre de succession :

1re période. État physiologique. Les contractions ont lieu à la fermeture du circuit de la pile et manquent au moment de sa rupture, quelle que soit la direction du courant.

2e période. Des contractions ont lieu à la fermeture du circuit et à sa rupture, quelle que soit la direction du courant.

3e période. Le courant centrifuge donne des contractions à sa fermeture; rien à sa rupture. Le courant centripète ne

provoque pas de contractions à sa fermeture, mais en donne à sa rupture.

4e période. Le courant centripète est sans effet, aussi bien à son établissement qu'à sa cessation. Le courant centrifuge seul provoque des contractions, et seulement à sa fermeture.

Revenons à l'expérience de Volta :

Au début, on obtient la double contraction à la rupture et à la fermeture de la seconde période, quel que soit le sens du courant. L'état physiologique n'existe plus. Quant à la nuance indiquée d'une contraction à la fermeture plus forte pour le courant centrifuge, et d'une contraction à la rupture plus forte pour le courant centripète, elle indique que, dans ces observations, les réactions du nerf tendaient déjà à s'éloigner de celles de la deuxième période pour présenter celles de la troisième.

L'expérience continuant, le nerf se fatigue de plus en plus, et on trouve une contraction à la fermeture pour le courant centrifuge et une contraction à la rupture pour le courant centripète. Ce sont les réactions de la troisième période, vers laquelle la tendance s'était déjà accusée.

Continuant, on ne trouve plus rien. La quatrième période échappe à Volta. Nobili devait, plus tard, l'observer, avant que Claude Bernard eût complété la série en déterminant les réactions de l'état physiologique.

Qu'on vienne à renverser le sens du courant alors que la grenouille ne se contracte plus d'aucun côté, ni à la fermeture ni à la rupture du circuit, on voit alors réapparaître les réactions de la troisième période : contraction à la fermeture du circuit dans le membre parcouru par le courant centrifuge, contraction à la rupture dans le membre parcouru par le courant centripète.

Puis, rien.

Puis, restitution des réactions de la troisième période par un nouveau renversement du courant. Et ainsi de suite pendant un temps qui varie avec l'énergie de l'animal, l'intensité du courant, et la température extérieure.

Répétant cette expérience, Marianini avait vu que le nombre des alternatives est d'autant moindre que le courant employé est plus intense; que le repos donne les mêmes effets réparateurs que le renversement du courant; que, chez l'animal vivant, les alternatives ne s'observent plus, mais seulement la fatigue.

Enfin, Matteucci a vu que, dans les conditions artificielles que présente la grenouille galvanoscopique, le courant centrifuge éteint l'excitabilité du nerf beaucoup plus vite que le courant centripète.

Les conclusions à tirer des faits qui précèdent sont en partie négatives, en ce sens qu'on ne saurait regarder les phénomènes observés dans l'expérience des alternatives voltianes comme traduisant les réactions de l'état physiologique.

L'action paralysante du courant centrifuge serait plus admissible, s'expliquant, dans une certaine mesure, par le fait que le passage de ce courant contrarie la propagation du courant propre physiologique.

Enfin, il faut réserver la question de l'état pathologique. Celui-ci ne peut-il placer le nerf dans des conditions telles que ses propriétés correspondent à l'une des périodes de dépérissement rappelées plus haut? — Des observations, encore incomplètes, m'ont démontré qu'il en est souvent ainsi; mais ces études pathologiques, source importante de contributions au diagnostic et au pronostic, sont délicates et exigent de longues observations avant qu'on puisse arriver à déterminer les conditions de leur concordance avec les résultats fournis par la physiologie expérimentale.

Remak a signalé le premier un état particulier de contraction incomplète des muscles *pendant* le passage des courants voltaïques de quelque intensité, état qu'il a nommé *galvanotonique*.

N'admettant pas l'irritabilité propre du muscle, Remak regardait la tonicité que présentent alors les muscles comme étant sous la dépendance du système nerveux, et la rattachait,

soit à une action directe du courant sur le système nerveux moteur, soit plutôt à un phénomène réflexe ayant son origine dans les réactions du système nerveux sensitif.

L'irritabilité propre du système musculaire étant un fait parfaitement démontré, j'ai repris, avec Roth, les observations de Remak en opérant sur un lapin empoisonné par le curare. La motricité nerveuse étant complétemnnt abolie, le courant de deux très-petits couples de Bunsen détermina très-nettement l'état galvano-tonique dans les muscles psoas et dans les muscles de la cuisse ne tenant plus à l'animal que par le tronc sciatique.

L'état galvano-tonique peut donc être une réaction musculaire. Quant à la question de savoir si cette réaction est liée à l'action permanente du courant ou à ses oscillations inévitables, elle reste intacte : l'expérience qui permettrait de la résoudre offre des difficultés qu'on n'a pas encore su tourner.

On a pu voir, par les considérations qui précèdent, que si les conditions physiques dans lesquelles on va opérer sont assez exactement définies, les réactions physiologiques qu'on provoquera sont déjà très-obscures. Plus obscure encore est la formule physiologique d'un cas pathologique donné : celui-ci n'est pas scientifiquement défini par ses symptômes, et c'est à peine si, dans quelques circonstances rares, on a la chance de trouver ébauchée une analyse anatomo-physiologique. Supposons enfin comblées toutes les lacunes que nous venons de constater, il restera à édifier le pont qui devra relier la thérapeutique à la pathologie.

En présence de ces difficultés, la prétention de donner des problèmes thérapeutiques des solutions raisonnées, précises et définitives, serait illusoire : nous sommes réduits à l'empirisme. Celui-ci peut, toutefois, n'être pas absolu; des théories partielles et provisoires doivent lui servir de guide; on ne renonce pas complétement à se rendre compte du mécanisme ou simplement de la tendance générale des phénomènes que l'on provoque.

Les premières tentatives d'empirisme raisonné trouvèrent un point de départ dans les expériences auxquelles a donné lieu l'étude expérimentale du phénomène dit des *alternatives voltianes*. En essayant de le vérifier, Ritter avait cru voir que les propriétés incito-motrices des nerfs étaient affaiblies par les courants centrifuges et exaltées par les courants centripètes. On est parti de là pour essayer les courants centripètes contre les paralysies du mouvement; mais on n'a dit ni quels courants on employait, ni comment on les appliquait, ni à quelles paralysies on les opposait, ni quels résultats on en avait obtenus. Le point de départ physiologique était d'ailleurs sujet à contestations. Marianini ayant répété les expériences de Volta, n'avait plus obtenu sur l'animal vivant les résultats que lui donnait l'animal sacrifié; Eckhard d'autre part, s'était trouvé conduit à des conclusions exactement inverses de celles de Ritter.

Reprenant ces expériences sur des grenouilles décapitées et sur de très-jeunes chats tués par section du bulbe, et ayant obtenu tantôt les résultats de Ritter et tantôt ceux d'Eckhard, j'ai dû, en attendant que des expériences ultérieures permissent de déterminer la signification des faits d'apparence contradictoire, chercher ailleurs une raison d'agir.

J'ai cru trouver au moins quelque chose d'approchant dans les expériences sur le *courant propre*, dans celle notamment établissant que le courant physiologique total des membres est centripète. L'observation de Matteucci sur la dérivation des courants surajoutés me paraissait, malgré la conclusion contraire donnée dans la traduction des leçons du célèbre physicien, témoigner dans le même sens. Partant de là, j'estimai que, dans les névropathies sans lésion organique persistante et irrémédiable, les courants centripètes devaient être utiles en agissant dans le sens des conditions physiologiques normales, apportant un renfort à la *nature médicatrice* comprise comme je l'ai définie : « La condition, toute passive, en vertu de laquelle l'organisme oppose aux influences qui ten-

dent à arrêter le mouvement vital une résistance d'autant plus grande que la somme de ce mouvement est plus considérable. »

Les premières applications auxquelles me conduisit cette donnée furent dirigées contre les *phénomènes douloureux*, et contre les *phénomènes convulsifs* dans lesquels le point de départ des crises ataxiques pouvait être attribué à un état pathologique d'un nerf sensitif ou des cordons postérieurs de la moelle.

Contre les douleurs de l'*ataxie locomotrice*, les courants dirigés des pieds aux lombes, des mains à la nuque, des lombes à la nuque, m'ont donné des résultats ordinairement très-satisfaisants. L'influence exercée sur les autres symptômes s'est montrée tantôt très-nettement favorable, tantôt nulle. Les applications longues de courants de faible quantité m'ont paru les plus avantageuses. Chez un malade, habituellement très-constipé, la séance déterminait constamment une ou deux selles diarrhéiques abondantes. Ce résultat, intéressant à noter, ne m'a été offert à un degré approchant par aucun autre ataxique, bien que l'usage des courants continus dirigés du sacrum à la nuque modifie favorablement les tendances à la constipation habituelle.

Le même procédé d'application m'a paru très-utile dans le *tremblement paralytique*. Sans en avoir obtenu de guérison complète, j'en ai retiré une amélioration marquée dans les quelques cas où j'y ai eu recours.

Frappé de l'influence générale *sédative* des courants continus centripètes, je les ai employés, dirigés des lombes à la nuque, tantôt seuls, tantôt parallèlement avec des applications locales de courants d'induction, contre les symptômes *algiques* ou *convulsifs* qui apparaissent dans le cours des convalescences laborieuses, et cette pratique m'a donné les meilleurs résultats : elle transforme la marche de la convalescence, faisant cesser l'éréthisme général qui rend souvent illusoire le concours des modificateurs hygiéniques ou médicamenteux les mieux indiqués.

C'est guidé par la même préoccupation de supprimer une *aura* qui existe, à mon avis (1), aussi bien dans certaines manifestations algiques que dans les affections convulsives, que j'ai essayé les courants dirigés de la région épigastrique à la partie antéro-latérale droite du cou, au niveau du passage du nerf pneumogastrique, dans certaines *oppressions* et *migraines* d'origine *dyspeptique*, et de la région cardiaque au pneumogastrique gauche dans les *palpitations hystériques*.

Ce dernier procédé m'a été fort utile contre les *toux convulsives* en général, et particulièrement contre celle de la *coqueluche* dont il rend les accès beaucoup plus rares et moins violents, sans abréger d'ailleurs d'une façon évidente la durée de la maladie.

L'analyse des conditions physiologiques dans lesquelles s'observe l'*anaphrodisie* m'a conduit à en distinguer deux formes générales, l'une spinale, l'autre cérébrale, qui comportent des indications thérapeutiques différentes. Tandis que, dans la première, on se trouve bien de l'emploi des excitations de l'état variable, la seconde est plus aisément modifiée par la pratique de la galvanisation continue, à la condition, toutefois, de combattre parallèlement, lorsqu'il y a lieu, certains symptômes concomitants, ordinairement de l'ordre des *analgésies* (2).

En présence de l'opinion, vulgaire depuis Lallemand, qui rattache la *spermatorrhée* à des lésions de l'appareil génital, et, sans contester l'exactitude partielle de cette opinion, je me suis demandé si les diverses affections de l'appareil génito-urinaire données comme causes productrices de la spermatorrhée, n'interviendraient pas simplement comme causes occasionnelles dans la production d'un phénomène réflexe, ne constituant des sollicitations efficaces qu'à la con-

1. *Pathogénie d'une classe peu connue d'affections douloureuses. Algies centriques et réflexes* (Archives gén. de méd. 1869).
2. Voy. Extraits d'une *leçon sur l'anaphrodisie et la spermatorrhée*, dans Thèse de Deloulme. Paris, 1872.

dition de la coïncidence d'une névropathie centrale de l'ordre des paralysies cérébrales.

Partant de cette idée, je priai mon ami le Dr Mallez d'expérimenter contre ce symptôme, qu'il a de fréquentes occasions d'observer, la galvanisation continue ascendante de la région rachidienne, et l'expérimentai de mon côté (1). Nos observations furent concordantes : dans la plupart des cas, ce mode de galvanisation diminue immédiatement le nombre des pertes, la quantité du liquide rendu ; enfin, il a quelquefois complètement raison de la spermatorrhée en un petit nombre de séances. Dans un cas particulièrement rebelle, chez un lépreux amené chez moi par des atrophies musculaires, la galvanisation continue ascendante a amené les pertes, dont le nombre était d'une par jour en moyenne, à ne plus se montrer qu'après des intervalles de sept à vingt jours, pour reprendre leur fréquence antérieure quand le traitement s'est trouvé momentanément suspendu.

Les succès qu'a donnés à Mallez la galvanisation continue dans les *incontinences d'urine* (2) me font admettre que ce symptôme se rattache, lui aussi, à des conditions paralytiques tantôt cérébrales, tantôt spinales. Déjà, au siècle dernier, l'incontinence d'urine avait été traitée avec de bons résultats par l'électrisation variable. De nos jours, l'application des courants d'induction a procuré de nombreuses guérisons : je l'ai vue constamment réussir dans l'incontinence d'origine spinale que j'ai signalée chez la plupart des enfants affectés de paralysie atrophique graisseuse (3). Les observations de Mallez me portent à croire que, sur un autre champ d'observation, il a rencontré une série d'incontinences d'origine cérébrale.

L'influence du courant continu sur les *contractures*, dont

1. F. Mallez. *Thérapeutique des maladies de l'appareil urinaire*. Chap. II, *Electricité*. 1872.
2. Communication à la société de médecine pratique, 1863.
3. Voy. dans Nardin, thèses de Paris, 1864.

il détermine le relâchement, a été notée par Remak. Le fait est exact d'une manière générale; il importe d'en poursuivre l'observation pour arriver à déterminer les cas dans lesquels ce résultat pourrait manquer, les conditions de sa persistance, et les meilleurs procédés à adopter pour l'obtenir. J'ai eu surtout à me louer de l'emploi des courants continus centripètes dans les contractures du psoas iliaque, chez des femmes.

Il est un effet des courants continus dirigés vers la partie supérieure du tronc dont il est bon d'être prévenu; je veux parler de la syncope, qui, sans être fréquente, ne serait pas absolument rare si l'on n'y prenait garde.

L'ayant vue se produire une fois, sans autre inconvénient d'ailleurs, dans un cas de galvanisation lombo-cervicale, je l'ai toujours évitée depuis en diminuant le nombre des couples en batterie, dès que surviennent de la pâleur et des vertiges. Il n'est pas nécessaire, pour que cet effet se produise, que le tampon négatif soit appliqué sur la nuque ou sur quelque partie de la tête : je l'ai vu survenir le tampon positif étant appliqué au poignet, et le négatif à la région sus-claviculaire.

Rien d'analogue ne s'est produit dans les cas, assez rares d'ailleurs, où j'ai employé les courants centrifuges.

Il sera intéressant de poursuivre l'observation de ces modifications de la circulation encéphalique ; la possibilité d'anémier le cerveau momentanément ou d'une façon un peu durable ne pourrait manquer d'offrir des ressources thérapeutiques.

Un fait d'observation non encore suffisamment expliqué, l'*état galvanotonique* des muscles soumis à l'action des courants continus, a dû être le point de départ de tentatives multipliées, très-voisines de l'empirisme pur, mais légitimes en thérapeutique. La galvanisation continue des muscles sains les mettant dans un état de raccourcissement tonique

comparable jusqu'à un certain point à un degré inférieur du tétanos, a été employée comme succédané de la faradisation dans tous les cas où celle-ci avait été vantée. Dans quelques cas rares, cette tentative paraît avoir donné de bons résultats. Il est, toutefois, assez difficile de les apprécier, ces résultats ayant été publiés à peu près exclusivement par les auteurs allemands, qui donnent comme applications *continues* les pratiques de la galvanisation *discontinue* et confondent ainsi ce qui appartient à l'état variable des courants et ce qui appartient à leur état permanent.

Les observations les plus encourageantes sont relatives à la *paralysie saturnine ;* et Chapot Duvert (1) en a donné deux, dans lesquelles la galvanisation continue des muscles par des courants ascendants appliqués pendant dix minutes chaque fois, a produit des effets très-satisfaisants.

Parmi les paralysies contre lesquelles les courants continus se montrent efficaces, il faut citer encore la *paralysie rhumatismale.* Mais on ne peut se dissimuler que sous le titre de paralysie rhumatismale, comme sous celui de paralysie hystérique, on a donné des types très-dissemblables ; qu'il s'y trouve, sans pousser plus loin l'analyse, des paralysies cérébrales et des paralysies spinales, formes entre lesquelles il importe de conserver une profonde distinction, fût-il démontré qu'elles reconnaissent une même origine accidentelle, une même cause banale. Or, dans les formes cérébrales, on peut se demander s'il y a réellement paralysie persistante, et si l'obstacle au mouvement ne tient pas en grande partie à la conscience musculaire de la douleur que provoquerait le mouvement : j'ai vu de ces cas ; l'application centripète des courants continus y est certainement avantageuse. Deux observations de Chapot-Duvert sont relatives à des paralysies avec conservation de la contractilité. Pareil était le cas d'un malade sur lequel Remak a opéré à la Charité, et sur lequel d'ailleurs il n'a pas fait usage de

1. Thèses de Paris, 1870.

courants continus, mais a pratiqué avec succès la galvanisation discontinue.

Dans les parallèles essayés entre les courants d'induction et la galvanisation continue, on a enfin pris souvent comme termes de comparaison des faits où l'application des courants induits avait été faite contre toutes les règles, en dehors de toute indication. Tel est le cas, rapporté dans la même thèse, d'une paralysie traumatique du bras par contusion de la région sus-claviculaire. Le traitement par les courants d'induction fut commeneé immédiatement, c'est-à-dire sans aucune espèce de chance de succès, tandis que le courant continu fut appliqué plus de deux mois après, alors que la guérison spontanée était assez avancée pour que les muscles eussent recouvré leur contractilité, qu'on sait être abolie dans les paralysies traumatiques.

Il en est de même pour les paralysies consécutives à l'hémorrhagie cérébrale, auxquelles on oppose trop souvent *immédiatement* les courants d'induction, s'adressant au symptôme quand la cause conserve toute sa puissauce d'action. Les courants induits sont alors certainement inutiles. Quant aux courants continus, rien, dans les observations publiées, ne nous apprend s'ils sont véritablement favorables, ce qui pourrait être, en raison de l'influence non encore définie qu'ils exercent sur la circulation cérébrale, ou s'ils sont nuisibles, pour la même raison, ou s'ils sont indifférents. Je crois qu'employés prudemment, ils peuvent être avantageux; mais il est certain que les courants induits sont utiles contre la paralysie, quand on les emploie à une époque suffisamment éloignée du début de l'affection, alors qu'un certain degré de restauration spontanée de la lésion encéphalique est acquis.

Enfin, la thèse de Chapot-Duvert renferme une observation intéressante de *paralysie faciale rhumatismale* sur laquelle les applications de courants continus auraient eu les plus heureux effets. Malgré l'incertitude que comporte le diagnostic de cette forme de paralysie et des lacunes dans

l'indication des conditions opératoires, cette observation, que d'autres pourront servir à compléter, présente un réel intérêt.

Les données théoriques ne répondent qu'à l'un des aspects d'un phénomène complexe. Des modifications *physiques* et *chimiques* sont la conséquence des applications galvaniques continues ; nous n'avons jusqu'ici tenu compte que des premières. Si même, dans les épreuves imitées des *alternatives voltianes* et dans celles ayant pour objet d'augmenter ou de diminuer le *courant propre*, on peut affirmer avoir agi physiquement sur des résultats physiques, on doit introduire des réserves à cet endroit au sujet de l'obtention des réactions *galvanotoniques*, qui peuvent fort bien être dues à l'action d'agents chimiques dont le renouvellement incessant est la conséquence nécessaire du passage non interrompu des courants employés.

L'étude de cette action chimique des courants, soigneusement faite d'abord sur la nature inorganique au niveau des points d'application des électrodes, a été reprise sur la nature organisée par Ciniselli, qui a le premier bien établi l'identité des phénomènes et en a déduit les règles d'une méthode de cautérisation sur laquelle j'aurai bientôt à revenir, à l'occation des applications chirurgicales. Des décompositions chimiques se produisant au niveau des points d'application des électrodes, j'ai cru pouvoir attribuer à la création d'une atmosphère alcaline autour de l'excitateur négatif, d'une atmosphère acide autour de l'excitateur positif, les effets obtenus de l'application isolée d'un pôle sur une région, le circuit étant fermé au loin sur une partie indifférente (1).

Cette explication étant tenue pour valable, si les assertions de Remak et des auteurs qui l'ont répété étaient exactes, il faudrait admettre que l'acidification d'une région y exerce

(1) *Electrolyse et Résolution*. Tribune médicale, 1868.

une influence antiphlogistique ; quant à son alcalinisation, on n'a pas prétendu qu'elle y appelât l'inflammation. Je n'ai pas à examiner ici jusqu'à quel point cette vue sur le rôle que joue la réaction des milieux dans leurs aptitudes morbides est d'accord avec les idées ayant cours, car les faits sont mal établis ; et l'action antiphlogistique a été attribuée aux deux pôles. Mais dans l'action isolée d'un pôle, il se produit des phénomènes d'ordres différents : la détermination d'une réaction spéciale du milieu circumpolaire, une modification de l'intensité des phénomènes circulatoires, et une action propre du courant additionnel sur les courants physiologiques musculo-nerveux. Pour arriver à établir la part de chacun de ces phénomènes dans la production d'un résultat noté, pour savoir seulement s'ils peuvent être jusqu'à un certain point indépendants les uns des autres, si leur subordination réciproque n'est pas une conséquence nécessaire de leur nature, si, par exemple, l'acidité du milieu n'entraîne pas les modifications circulatoires, et si les conditions chimiques qu'elle crée n'interviennent pas pour déterminer une perturbation des conditions électro-physiologiques indépendante des effets d'induction inévitables, il faudrait pouvoir instituer une analyse expérimentale dont les difficultés seront considérables.

Je n'ai pu songer à indiquer ici quelle est l'action de chaque pôle, ni même à poser la question dans des termes qui en fissent entrevoir la solution ; je devais seulement en montrer la complexité, et insister sur la fragilité actuelle des spéculations qui cherchent à des tentatives thérapeutiques rationnelles un point de départ dans la notion de l'action électrolytique des courants.

Quoiqu'il en soit des vues théoriques, quelques applications ont été faites visant les indications d'une thérapeutique antiphlogistique.

L'inflammation du testicule a été traitée avec succès par les courants continus dirigés du scrotum à un point aussi

élevé que possible du cordon des vaisseaux spermatiques (1).

Les mêmes auteurs ont publié sur le traitement, par les courants continus, « de l'inflammation, de l'engorgement et de l'hypertrophie de la prostate » un mémoire dont les données sont fournies par des observations nulles. Ils faisaient usage d'un appareil qui ne fonctionnait pas ou fonctionnait à peine.

Ce qui est exact, c'est que le procédé général de traitement des états douloureux par la galvanisation continue centripète est applicable à ceux du col et du bas fond de la vessie, et de la prostate; on leur opposera souvent avec succès l'application de courants dirigés du périnée aux lombes.

La galvanisation appliquée à la tête provoque inévitablement des phosphènes. Avec la précaution de n'y employer que des piles faibles, d'introduire les couples dans le circuit un à un, de rompre le circuit avec les mêmes précautions, on peut atténuer, mais non supprimer entièrement cet inconvénient. A défaut de ces précautions, on peut éprouver des mécomptes graves, que ne soupçonnerait pas celui qui lirait les nombreuses observations publiées, observations prises, pour le plus grand nombre, avec de mauvais instruments, sans commutateurs convenables, et où il n'est fait aucune mention de phénomènes notés du côté des yeux, phénomènes dont l'importance est cependant très-grande.

Il est un autre accident, plus grave encore, auquel j'ai vu quelques malades n'échapper que grâce au mauvais fonctionnement de la pile dont on faisait usage. Quelques précautions fort simples permettent, lorsqu'on agit sur la surface extérieure du corps, d'éviter l'escharification des points sur lesquels sont appliquées les électrodes. Or, ces précautions deviennent souvent impraticables ou sont oubliées quand on agit par des conducteurs sur les surfaces muqueuses,

1. J. Cheron et Moreau-Wolf. *Du traitement de l'orchite par l'application des courants continus constants*, 1869.

d'ailleurs plus faciles à entamer que la peau. On arriverait donc, si l'on tenait à leur appliquer directement les procédés de la galvanisation continue, à perforer l'intestin ou la vessie, par exemple, et à déterminer des péritonites rapidement mortelles. Les sujets chez lesquels Chéron et Moreau Wolf ont galvanisé la prostate ont échappé à ce danger parce qu'on employait une pile faible, résistante au point que le courant en était presque annulé, et des excitateurs dont l'un offrait aussi une résistance locale considérable. Une autre circonstance, qui s'est peut-être aussi présentée dans ce cas, et à laquelle a dû son salut un malade auprès duquel j'ai été appelé et entre les mains de qui on avait mis une bonne pile, est l'habitude d'employer, pour opérer la galvanisation, les réophores peu conducteurs des appareils d'induction.

En présence des effets chimiques observés en deux points d'un électrolyte souvent fort éloignés l'un de l'autre, il était difficile de ne pas admettre une modification de la constitution moléculaire des parties intermédiaires à ces deux points.

Matteucci a montré qu'en effet le passage du courant électrique dans un corps ayant une structure capillaire et imbibé d'un liquide conducteur, détermine presque instantanément l'électrolysation de tous les points de ce tissu; que les produits de cette électrolysation développés et recueillis sur ces points donnent lieu à des réactions chimiques et à des courants électriques secondaires dès que le courant de la pile a cessé de passer; que ce phénomène se produit dans le nerf avec une intensité et une persistance beaucoup plus grandes que dans tous les autres corps essayés (1).

Il serait prématuré de prétendre tirer actuellement de ces

1. « Tandis qu'avec les corps les mieux doués des polarités secondaires, on n'a, toutes les autres conditions étant égales, qu'une déviation de 25 ou 30° au plus à mon galvanomètre, déviation cessant après quelques minutes; avec le nerf sciatique d'un poulet, d'un lapin, d'une brebis, le courant secondaire pousse l'aiguille à 90° et persiste à la tenir déviée de 15 à 20°, même après plusieurs heures. Le nerf pris

faits les conclusions thérapeutiques qu'ils comportent. Ils doivent toutefois faire naître bien des scrupules lorsqu'on est tenté de rattacher des effets thérapeutiques aux conditions physiques de leur production. Ils établissent notamment combien étaient fondées les réserves que j'ai posées plus haut à l'endroit des conclusions prises par les auteurs allemands au sujet de l'orientation des courants, sans tenir compte de leur intensité et de la durée de leur application. Il est clair que, parmi les résultats obtenus et uniformément attribués à l'action directe de la galvanisation, il en est qui appartiennent à l'influence des courants secondaires.

Il importe donc de se rattacher provisoirement aux observations empiriques, mais en s'appliquant à en noter exactement toutes les circonstances définissables, seule manière de les faire contribuer plus tard à l'édification d'un ensemble de vues doctrinales.

sur un animal mort depuis 24 heures, sur un animal tué avec le curare, le nerf qui a été dans un mélange frigorifique à — 10 ou — 12° centigrades, le nerf intégre et pris sur l'animal vivant, le nerf pris sur un animal tué avec les décharges d'un appareil d'induction, le nerf coupé et réuni ensuite par le eontact, acquièrent dans tous ces cas le pouvoir électro-moteur secondaire dans tous leurs points, et cela, en ne faisant passer le courant que pendant une fraction très-petite de seconde. » Matteucci (Comptes-rendus de l'académie des sciences).

# CHAPITRE IV

## Applications chirurgicales.

Sous ce titre, consacré par l'usage, nous passerons en revue *les pratiques dans lesquelles un but thérapeutique défini est atteint par l'emploi de moyens qui affectent d'une manière identique la matière inanimée et la matière vivante.*

Quelques-unes de ces pratiques sont fondées sur l'utilisation de phénomènes dont la réalité n'a pas même encore été démontrée. Je ne reviendrai pas ici sur leur histoire, qui est aujourd'hui ce qu'elle était il y a dix ans, et me contenterai de renvoyer à mon *Manuel d'électrothérapie* ceux qu'elle intéresserait.

C'est ainsi qu'on a prétendu aider considérablement, par l'adjonction du courant électrique, la *pénétration des médicaments dans l'organisme* par voie d'absorption cutanée. Les expériences essayées n'ont donné que des résultats négatifs ou pouvant s'expliquer par l'absorption pure et simple. La question a, du reste, été abandonnée le jour où les injections hypodermiques sont devenues à la mode. Si les faits annoncés d'absorption favorisée par le courant électrique avaient été effectivement observés, c'eût été, au contraire, le moment d'en poursuivre l'étude.

*L'extraction des métaux introduits dans l'organisme* par les intoxications accidentelles ou thérapeutiques offrirait un véritable intérêt. Mais l'assertion de résultats satisfaisants obtenus dans les tentatives d'extraction du mercure a dû

toujours paraître gratuite, ces résultats n'ayant jamais pu être obtenus devant des témoins capables de les contrôler.

La *dissolution électrolytique des calculs urinaires* se présentait dans de meilleures conditions. Possible en théorie, réalisable dans une certaine mesure dans une éprouvette, cette opération est toujours d'une lenteur qui empêchera d'y recourir dans les conditions actuelles. Elle présente, enfin, dans la vessie, des difficultés qui pourraient exposer le patient à de grands dangers. Sans la rejeter sans appel, il convient d'attendre, pour l'appliquer, qu'on ait découvert quelque tour de main qui la rende praticable. On a déjà vu que la désagrégation des calculs par le courant de la pile est un peu moins lente dans une solution de nitrate de potasse que dans l'eau pure ou dans l'urine.

Les *méthodes de cautérisation* fondées sur l'emploi de la pile, et la *coagulation du sang dans les sacs anévrysmaux* offrent, par contre, un intérêt actuel des plus évidents; aussi insisterai-je sur leur économie générale, leurs moyens d'action et leurs indications.

Galvanocaustique thermique. Jusqu'à ces dernières années, on a appliqué le nom de *galvanocaustique* au procédé de *cautérisation actuelle* dans lequel le cautère, filiforme ou chauffé par le contact d'un fil métallique incandescent, est porté à la température rouge par le passage d'un courant continu de grande intensité. Ce procédé est appelé aujourd'hui *Galvanocaustique thermique* , pour le distinguer d'une méthode de cautérisation dans laquelle les propriétés électrolytiques du courant sont utilisées pour produire la cautérisation potentielle des tissus.

Les avantages que présente, dans certains cas, la cautérisation galvano-thermique sur la cautérisation actuelle ordinaire tiennent à la facilité qu'elle donne de chauffer et d'éteindre instantanément le cautère à des moments voulus, ce qui permet de l'appliquer à des régions inaccessibles au cautère actuel, ou de lui donner des formes que celui-ci ne

comporte pas. Le peu de masse du cautère galvanique, s'il lui constitue une infériorité évidente dans les cas où il s'agit d'opérer une destruction un peu considérable de tissus, facilite, en revanche, son échauffement et son extinction, permet son introduction dans les parties anfractueuses, et évite aux parties voisines les dangers du rayonnement et de l'échauffement par voie de conductibilité.

Les conditions opératoires à remplir dans la pratique des cautérisations galvano-thermiques sont : courant d'une grande intensité, auquel la tension n'est pas nécessaire, — électrodes très-conductrices, par conséquent courtes et d'une forte section, — cautère d'une section assez faible pour représenter dans le circuit une résistance locale notable.

Indépendamment de la pile et des électrodes, l'appareil instrumental comprend donc le cautère et son manche. Celui-ci contient dans son épaisseur deux gros fils conducteurs bien isolés, et un ressort commandé par un bouton extérieur qui permet d'ouvrir et de fermer à volonté le circuit. Les extrémités libres de ces tiges conductrices sont reliées par le fil qui devra devenir incandescent, et qui, suivant les cas, sera disposé tantôt de manière à opérer comme un cautère, tantôt en anse, de façon à opérer la division des tissus à la fois par cautérisation et par écrasement, tantôt, enfin, en forme de couteau.

Le premier fait de galvano-caustique thermique a été attribué à tort, à Fabré-Palaprat. L'erreur d'interprétation qui avait fait attribuer à Fabré-Palaprat la priorité de la cautérisation galvano-thermique s'est-elle renouvelée au profit de Récamier et Pravaz? — C'est ce dont je n'ai pu m'assurer. Toujours est-il que Heider, de Vienne, l'employa, en 1845, à la destruction de la pulpe dentaire. D'autres applications en furent faites par Crusell, de Saint-Pétersbourg, par Hilton, de Londres, par Sédillot, par John Marshall, par Regnauld et Nélaton. Enfin, Alph. Amussat exécutait, en 1853, de bonnes opérations par cette méthode, désormais bien

définie, qu'il a appliquée plus fréquemment et plus judicieusement qu'aucun autre chirurgien, ainsi qu'en témoignent des observations multipliées et des notes sur le matériel instrumental malheureusement dispersées dans les journaux de médecine.

C'est à un mémoire du Middeldorpf (1) sur l'ensemble de la question que la galvanocaustique dut une notoriété qui lui avait fait défaut jusque-là. Middeldorpf ajouta quelques opérations à celles pratiquées avant lui ; mais la préoccupation de tirer de la méthode tout ce qu'elle pouvait rendre l'entraîna trop loin, et quelques-unes de ses opérations n'ont jamais eu aucune chance de rester. Son travail reste néanmoins le document le plus intéressant à consulter sur la matière. Une analyse qui en a été donnée par Axenfeld dans les Archives de médecine (1855), le fit connaître en France. Depuis, nous ne voyons à signaler qu'un mémoire de Bœckel (2) dans lequel se trouve la description d'un bon serre-nœud de Leiter (de Vienne) et d'un réostat de Redslob qui paraît d'un usage fort commode.

Parmi les tentatives originales auxquelles a donné lieu la galvano caustique thermique, nous devons citer le couteau de E. de Seŕé (3). Ce couteau est une anse de platine en forme de lame, divisée en deux moitiés symétriques par une fente qui, complète à la base et le long de la lame, s'arrête à un centimètre de son extrémité.

D'après l'auteur, le passage du courant d'un ou deux couples de grande puissance pourrait porter la température de la lame à 1500 degrés. Le platine étant un métal mou, la lame, trop mince d'ailleurs, ne coupe pas à froid ; mais chauffée à une haute température, elle agit à la façon d'un instrument tran-

(1) Die Galvanocaustik. Breslau, 1854.
(2) *De la Galvanocaustie thermique*, Strasbourg, 1873.
(3) 1860 — comptes rendus de l'Acad. des sciences (1863), et Duplomb — *de la Galvanocaustique, du couteau Galvanocaustique et de l'anse coupante à échelle graduée d'Eugène de Séré.* Thèse de Paris 1862.

chant excellent. En allongeant ou raccourcissant la portion de la lame libre dans le circuit, on pourrait faire varier sa température entre 600 et 1500 degrés, du rouge sombre au rouge blanc éclatant. A 600 degrés, la section est hémostatique; à 1500, les vaisseaux des tissus coupés resteraient béants : le sang en sortirait à plein canal.

L'application la plus heureuse qui ait été faite jusqu'ici du couteau galvano-cautère de de Séré est due à Verneuil, qui l'a récemment employé avec succès pour pratiquer la trachéotomie (1).

II. Galvanocaustique chimique (2). Tandis que par la galvanocaustique *thermique* on agrandissait le champ d'action

(1) Commun. à l'Acad. de méd. avril 1872.

(2) Au nom de *Galvanocaustique chimique*, proposé par l'inventeur de cette méthode pour la désigner, on a voulu substituer celui *d'électrolyse*. Ce changement, qui n'avait tout d'abord d'autre raison d'être que la prétention de dissimuler un plagiat, a été accueilli avec quelque faveur. Aussi n'est-il pas inutile de montrer qu'il aurait pour résultat de substituer une terminologie impropre à un mode de désignation convenable et suffisant.

Toute *analyse*, toute *dissociation chimique* opérée par le courant électrique est une *électrolyse*.

Dans les cautérisations potentielles effectuées à l'aide du courant de la pile, l'électrolyse représente le premier temps d'une opération dont le second temps seulement répond à l'indication chirurgicale. L'action du courant y sépare des liquides organiques des acides et des alcalis; l'électrolyse est toute entière dans ce travail de *décomposition*. Ces acides et ces alcalis, obéissant ensuite à leurs affinités, entrent dans de nouvelles *combinaisons*; or c'est dans ce phénomène chimique secondaire, qui, loin d'être d'ordre analytique, est précisément le contraire, que consiste le fait chirurgical.

Lorsqu'on opère sur un sac anévrysmal, en vue d'y déterminer la formation d'un caillot albumineux, l'électrolyse n'est pas davantage la fin que l'on poursuit. Là encore elle représente un premier temps dont le but est de dégager du sang des matériaux acides au niveau de l'aiguille positive ; quant à la coagulation de l'albumine à ce niveau, elle représente encore un phénomène secondaire, d'ordre synthétique.

La même observation est applicable à l'opération inverse, à celle dans laquelle on demande à une production électrolytique d'alcalis un dissolvant de l'albumine coagulée.

Le pouvoir électrolytique des courants n'a encore été directement utilisé que dans les applications médicales. On évite alors les actions secondaires en faisant dégager les produits de l'électrolyse sur un terrain neutre, dans de la peau de daim ou de l'agaric mouillés.

de la cautérisation *actuelle*, la galvanocaustique *chimique* étendait celui de la cautérisation *potentielle.*

Lorsqu'un corps imparfaitement conducteur, se trouvant d'ailleurs dans des conditions de cohésion qui facilitent sa décomposition, est placé dans le circuit d'une pile d'un pouvoir électromoteur suffisant, ce corps est décomposé : l'acide se porte sur l'électrode positive, l'alcali sur l'électrode négative. Lorsqu'ils ne peuvent attaquer les électrodes, et que le corps interposé est de la matière organique, les acides et les alcalis naissants agissent sur les tissus à la manière des caustiques potentiels, déterminant l'apparition d'une eschare exactement limitée au niveau des points de contact des électrodes. On a donc là un moyen d'effectuer, partout où peut pénétrer le stylet le plus fin, des cautérisations semblables à celles déterminées par l'action des acides ou des alcalis, cautérisations dont l'activité se règle facilement en dotant le courant dont on fait usage des qualités voulues de quantité et de tension.

L. Ciniselli, à qui l'on doit la découverte de cette méthode de cautérisation (1), en a formulé avec la plus grande netteté la théorie et le manuel. Il recommande d'employer un électromoteur donnant de la tension et peu de quantité, des électrodes inattaquables par les produits de l'électrolyse, d'humecter, s'il le faut, les tissus trop secs, afin de les placer dans une condition favorable à la production des effets chimiques. Il a enfin noté que les eschares produites aux deux pôles offrent des aspects sensiblement différents.

Avant d'avoir remarqué cette différence des eschares succédant aux applications acides et aux applications alcalines, différence anciennement notée et qui avait fait distinguer les caustiques potentiels en acides ou *coagulants* et alcalis ou *fluidifiants*, j'avais été frappé des différences qu'offrent les cicatrices qui succèdent à la chute de ces eschares (2), et reconnu,

(1) Lettre adressée à la société de chirurgie de Paris (septembre 1860), et *Dell'azione chimica dell'elettrico sopra i tessuti organici viventi e delle sue applicazioni alla terapeutica,* Cremona 1862.

(2) *Ami des sciences,* 1862.

fait qui depuis a été confirmé par les investigations histologiques (1), que les cautérisations acides donnent lieu à des cicatrices dures et rétractiles, tandis que les cautérisations alcalines donnent des cicatrices molles et peu ou pas rétractiles. Ces observations me conduisirent à conclure à l'abandon de la galvanocaustique chimique positive en tant que procédé général de cautérisation, et à poursuivre surtout les applications de la galvanocaustique négative, utile dans les cas nombreux où la déliquescence ou le défaut de consistance des caustiques alcalins leur faisait préférer les caustiques acides, la cautérisation actuelle ou la cautérisation galvanothermique également acides, ou l'abstention (2). Ces cas sont ceux dans lesquels il importe d'obtenir des cicatrices molles et non rétractiles dans des parties difficilement accessibles ou sur lesquelles on ne peut agir chimiquement sans s'exposer plus ou moins à léser les parties voisines.

La production artificielle de cicatrices rétractiles peut être quelquefois indiquée, et cela dans des cas où l'emploi des acides ou du feu présenterait de sérieuses difficultés ; aussi avais-je été peut-être trop loin en déclarant que la galvanocaustique négative méritait seule de demeurer dans la pratique chirurgicale. Je crois toutefois n'avoir fait que formuler, dans des termes trop absolus, une proposition exacte en somme.

L'une des électrodes étant employée à cautériser, l'autre ne sert ordinairement qu'à fermer le circuit. Pour éviter une cautérisation inutile au niveau de cette dernière, je la fais aboutir à un large bouton de charbon, séparé par une ou plusieurs couches d'agaric humide de la surface cutanée sur laquelle il est appliqué.

J'ai employé la galvanocaustique négative avec de très-bons résultats pour modifier les ulcérations du museau de

(1) Par Campos Bautista et Palomeque. *Thèses de Paris*, 1870.

(2) *Annales de l'Electrothérapie*, janvier 1863, *et Archives générales de médecine*, janvier 1866.

tanche envahissant le canal cervical de l'utérus, et aussi pour rétablir la perméabilité de l'orifice interne de ce canal dans des cas où il paraissait à peu près complètement oblitéré.

L'ablation des lipomes par la cautérisation superficielle est encore une opération à exécuter par ce procédé, qui donne une eschare nette et exiguë.

En se servant, comme excitateur négatif, d'un cautère linéaire à arête mousse, la cautérisation galvano-chimique fournit le meilleur moyen d'ouvrir les bubons.

N'ayant pu suivre l'observation d'un sujet de dispensaire sur lequel j'avais, en 1863, pratiqué la cautérisation galvano-chimique du canal nasal obstrué, j'ai repris récemment cette opération avec Alph. Desmarres (1). Les résultats obtenus jusqu'ici sont des plus satisfaisants. Nos hésitations ne portent plus que sur les nuances que comporte le procédé suivant des indications qui sont très-variables. La cautérisation galvano-chimique est un excellent complément de l'incision d'un conduit lacrymal. Pourra-t-elle, effectuée avec un stylet engagé par un point lacrymal, éviter toute autre manœuvre chirurgicale? Oui, dans certains cas, non, dans d'autres. Il nous reste à définir avec quelque précision les conditions dans lesquelles ce dernier résultat devra être poursuivi, et celles dans lesquelles il convient d'y renoncer.

La cautérisation de l'orifice pharyngien de la trompe d'Eustache, et même d'une partie de ce canal, devient possible maintenant qu'elle peut s'effectuer en mettant l'électrode négative en communication avec une sonde rigide.

Pour l'ablation des hémorrhoïdes, j'ai fait modifier la pince d'Amussat de façon à cautériser, en le comprimant entre deux tiges négatives remplaçant ses lingotières, le pédicule de la tumeur.

Je me suis bien trouvé également, pour enlever des tumeurs hémorrhoïdales et des condylomes, d'un serre-nœud que j'avais fait disposer de manière qu'il pût servir d'électrode.

(1) Alph. Desmarres. *Leçons cliniques de chirurgie oculaire*, novemb. 1873.

La notion de la non-rétractilité des cicatrices succédant aux cautérisations alcalines devait conduire à appliquer la galvanocaustique négative à la destruction des rétrécissements uréthraux. La première opération, faite avec Mallez (1), nous donna un résultat fort remarquable. Un grand nombre d'opérations pratiquées depuis huit ans par nous et par divers chirurgiens sur des rétrécissements dont quelques-uns étaient infranchissables, a établi l'efficacité et l'innocuité de ce procédé, en même temps qu'une persistance des résultats obtenus que n'a donnée jusqu'ici aucune autre méthode.

C'est guidé par les mêmes vues que j'ai, employant comme électrode négative une olive de liége débordée par deux arêtes métalliques, opéré en plusieurs fois un rétrécissement du rectum (2). On a, depuis, fait cette opération avec une seule arête caustique; et je serais disposé aujourd'hui à modifier mon procédé dans ce sens, ou plutôt à agir avec deux arêtes écartées à 30 ou 50 degrés au lieu d'être situées aux deux extrémités d'un même diamètre.

Nélaton a appliqué la galvanocaustique chimique à la destruction des polypes naso-pharyngiens (3), et Maisonneuve lui a demandé un moyen d'effectuer avec des aiguilles les cautérisations en flèches avec lesquelles il a l'habitude de circonscrire les tumeurs à enlever des parties molles. Je crois que, dans ces dernières opérations, la galvanocaustique n'était pas indiquée comme moyen général de destruction; que le caustique Filhos eût été tout aussi avantageux et d'un maniement plus commode dans l'opération de Nélaton, et que les flèches au chlorure de zinc de Maisonneuve valent au moins, dans l'ablation des tumeurs du sein, les aiguilles électrodiques. Ces opérations ont montré ce que peut donner la méthode; mais la question chirurgicale est moins de fixer ce point que d'établir ce qu'il convient de lui deman-

(1) *V. Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, mai* 1864.
(2) Campos-Bautista. *Thèses de Paris,* 1870.
(3) *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, juin* 1864.

der. Or, je ne pense pas que la galvanocaustique chimique soit appelée à détrôner les caustiques potentiels ; elle doit les remplacer dans les cas seulement où leur application présenterait de graves difficultés ou serait mécaniquement impossible.

III. Coagulation du sang dans les tumeurs anévrysmales. — Il est une application de l'action électrolytique des courants voltaïques qui mérite d'être examinée à part ; son but chirurgical étant, non plus de détruire, d'opérer une perte de substance, mais de favoriser la formation d'un caillot albumino-fibrineux dans les sacs anévrysmaux.

Lorsqu'on fait, en dehors de l'animal vivant, passer un courant continu à travers du sang, un caillot se forme au niveau de l'électrode positive.

Cette observation suggéra à Pravaz l'idée de tenter la coagulation du sang dans les sacs anévrysmaux en y faisant pénétrer le courant par deux aiguilles (1) ; mais il n'appliqua pas cette vue.

Des tentatives de Liston et de Girard (1838) pour transporter ce résultat sur l'homme, en opérant dans un sac anévrysmal, découragèrent de cette opération, qui fut reprise en 1845, par Pétrequin (2). Le chirurgien de Lyon faisait usage d'un courant de quantité et de tension modérées, pénétrant dans la tumeur par deux aiguilles d'acier. La première tentative, sur un anévrysme de l'artère ophthalmique, fut infructueuse ; la deuxième, sur un anévrysme traumatique de l'artère temporale, fut couronnée de succès, après une séance de dix minutes, pendant lesquelles la direction du courant fut changée trois fois.

Aujourd'hui, on est fixé sur la valeur de cette opération, qui restera dans la pratique chirurgicale ; mais cette acquisition a pu paraître d'une importance médiocre, tant que les

(1) V. Art. *Anévrysme* du *Dictionnaire en 25*, — 1838.
(2) *Communication à l'Académie des Sciences*, octobre 1845. V. *Mélanges de chirurgie*, etc., Paris 1845.

conditions d'un procédé opératoire satisfaisant n'ont pas été fixées.

L'électrolyse du sang, fort simple quand on l'effectue dans une éprouvette, le devient moins quand on la pratique dans un sac anévrysmal. On se trouve alors en présence de difficultés qui devaient rebuter les chirurgiens, difficultés qui n'ont été bien appréciées que depuis les études auxquelles a donné lieu la question de la galvanocaustique chimique.

Nous voyons, en effet, un temps considérable s'écouler entre les premières tentatives (1), et celles qui devaient se produire plus tard avec quelque suite (2).

Dans les premiers essais, une grande incertitude règne sur les conditions opératoires qui peuvent être les plus avantageuses. Dans les expériences préliminaires, faites à découvert sur du sang, Pétrequin dit qu'on voyait le caillot se former autour des aiguilles seulement lorsqu'elles étaient en contact, que le phénomène était plus actif quand on les plaçait en croix. A priori, cette assertion étonne : quand les aiguilles sont en contact, le courant doit se dépenser dans la continuité du circuit métallique, et aucune action chimique extérieure ne devrait se produire. J'ai repris ces épreuves préliminaires sur du sang, avec des aiguilles nikélisées, et n'ai obtenu de caillot que quand les aiguilles étaient séparées. Une seule fois, l'expérience avec les aiguilles en croix et au contact ayant été abandonnée, je trouvai un caillot qui tomba au fond du vase à la première tentative de retrait des aiguilles. Les résultats énoncés par Pétrequin sont accidentels et doivent être attribués à ce qu'à un moment donné de l'expérience, le contact entre les aiguilles a été rompu. Pareille chose a dû se produire dans l'opération où il a obtenu le premier succès.

Il est à regretter que deux observations d'insuccès données

(1) *Liston*, *Girard*, 1838. — *Pétrequin*, 1845. — Ciniselli, Locatelli, Zdeckauer, 1846. — *Bossé*, 1847.

(2) Zdeckauer, 1861-62-64. — Duncan, 1865-66. — Ciniselli, 1856-68, et nombre de chirurgiens italiens, à partir de 1860.

dans la même communication, soient aussi sommaires que la première est détaillée. C'est par les insuccès surtout qu'on est conduit à fixer les règles d'un procédé opératoire.

Il est un autre point sur lequel l'auteur a appelé avec raison l'attention : l'utilité, vraie ou fausse, d'arrêter par la compression la circulation dans les vaisseaux en expérience, sous peine de voir le caillot entraîné à mesure de sa production. Or, cette précaution avait été négligée dans le cas où l'auteur a réussi. Depuis, Strambio a vu que, même en opérant sur la continuité d'une artère, le caillot n'est pas détaché par le courant sanguin (1). Ciniselli, qui repousse toute compression, insiste sur la nécessité de maintenir libre la circulation, seule capable de renouveler la masse du sang et d'éviter la transformation d'une opération d'électrolyse en une galvanocaustique.

Tandis que Ciniselli (1846) employait d'abord deux aiguilles, comme Pétrequin, Bossé (1847) implantait dans la tumeur six aiguilles, dont cinq en communication avec le pôle négatif de la pile, et une seule positive. Enfin, Zdeckauer (1846) implantait quatre aiguilles dans la tumeur et fermait le circuit au dehors ; au lieu de la pile il employait, singulière naïveté, un appareil d'induction ; il devait renouveler cette bévue en 1860.

En 1856, paraît un travail de Ciniselli (2), dans lequel sont discutées les conditions auxquelles doivent satisfaire les détails du procédé opératoire. L'auteur y rappelle que c'est à l'action chimique du courant qu'on doit la formation du caillot, — que l'action des deux pôles est différente, — et que le courant doit avoir de la tension sans trop de quantité. Usant d'aiguilles d'acier, il opère, par leur mise en communication avec le pôle positif, l'oxydation préalable des aiguilles qui devront ultérieurement communiquer avec l'électrode négative. Il recommande, enfin, de multiplier les

(1) *Sperimenti di galvano-ago-puntura.* Milano, 1847.

(2) *Sulla elettropuntura nella cura degli aneurismi*, Cremona.

6

centres de coagulation, sans dépasser l'application de quatre aiguilles, et de ne pas comprimer l'artère au-dessus de la tumeur, afin de conserver une quantité suffisante de sang circulant dans celle-ci.

On trouve déjà, dans ce mémoire, guidant la pratique de l'auteur, lui dictant les précautions qu'il recommande, et présidant à l'institution d'un procédé opératoire minutieusement détaillé, les observations d'où devait, quatre ans après, sortir nettement formulée la méthode galvanocaustique chimique.

On y trouve enfin la statistique des anévrysmes traités par l'électropuncture de 1838 à 1856. Sur cinquante cas, on trouve vingt-trois guérisons, vingt non guérisons, et sept morts, dont trois pour la carotide primitive, deux pour la poplitée, une pour la sous-clavière, et une pour la fémorale superficielle au tiers inférieur de la cuisse.

Deux insuccès sur trois opérations ont suivi la galvanopuncture d'anévrysmes cirsoïdes de la face. On ne fut pas plus heureux à l'endroit d'une tumeur pulsatile de la tête du péroné; ces cas sont de ceux qui réclament la destruction de la tumeur : la galvanocaustique positive y est indiquée.

Au commencement de 1861, je conseillai (1), au lieu d'implanter les deux électrodes dans la tumeur, d'implanter seulement, au centre de celle-ci, l'électrode positive, autour de laquelle se forme le caillot, l'électrode négative, au niveau de laquelle se produisent surtout la douleur et la cautérisation des tissus, devant aboutir à un excitateur humide plus ou moins large, appliqué extérieurement à la tumeur, sur une partie voisine. On diminue ainsi notablement la douleur, les chances d'inflammation et d'escharification. Augmentant la résistance de la portion organique du circuit, ce procédé exige seulement un peu plus de tension du courant, ou plutôt il justifie la tension généralement exagérée qu'on lui donne. Pour fermer le circuit extérieurement, on ne devra

(1) *Manuel d'électrothérapie.*

pas se contenter, comme excitateur négatif, d'une éponge humide : il faut un meilleur conducteur ; et les boutons de charbon recouverts, que j'emploie dans la galvanocaustique, doivent être préférés. Cette modification du procédé n'a pas été généralement adoptée. Elle a cependant été appliquée avec succès par M. Anderson, qui a implanté dans un anévrysme volumineux de la crosse de l'aorte une seule aiguille positive (The Lancet, février 1873). On pourrait, dans certains cas, en implanter deux ou trois, toutes positives.

Le mémoire publié par Ciniselli, en 1856, traitait des anévrysmes en général, et le relevé des opérations exécutées ne comprend que deux anévrysmes de l'aorte thoracique, non guéris. Depuis, l'auteur a publié un travail étendu, consacré aux anévrysmes de l'aorte thoracique (1).

On y trouve la relation de vingt-trois opérations, avec six exemples de guérison. Si l'on tient compte de l'état des malades soumis à l'opération, et de la défectuosité des procédés employés avant que le manuel ait été fixé convenablement, ce résulat est fort encourageant.

Aussi, en présence de l'ensemble des faits connus, ne saurais-je m'associer à la déclaration que fait Ciniselli dans son dernier travail, que la supériorité de la compression indirecte de Vanzetti a fait justement exclure la galvanopuncture du traitement des anévrysmes externes. Tout en reconnaissant la valeur de la compression, il ne faut pas se dissimuler qu'elle rencontre souvent, dans la pratique, des obstacles tels qu'il y ait encore lieu de recourir quelquefois à la galvanopuncture, aujourd'hui surtout qu'on sait éviter les inconvénients qu'elle a présentés au début.

Dissolution des tumeurs albumineuses solides. — On

(1) *Sugli aneurismi dell'aorta toracica finora trattati colla elettropuntura.* Milano, 1870.

vient de voir les acides naissants au niveau d'une électrode positive coaguler l'albumine du sang dans un sac anévrysmal. Or, l'albumine coagulée par les acides est soluble dans les alcalis. N'est-il pas, dès lors, permis d'espérer qu'en plaçant dans un milieu alcalin certaines tumeurs dans lesquelles une place importante est tenue par de l'albumine coagulée, on obtiendra la dissolution de cette albumine, son retour de l'état solide, opaque, à l'état liquide, et sa résorption?

Des vues théoriques, dont je devais plus tard vérifier expérimentalement l'exactitude (1), m'avaient conduit à admettre que, dans l'application d'un courant continu, il se forme, autour des points d'application des électrodes, des atmosphères acides ou alcalines. Il devenait ainsi possible d'acidifier ou d'alcaliniser à volonté une région; et c'est ce que je tentai en 1863, pour la masse contenue dans l'orbite, en vue de dissoudre, au moyen du courant voltaïque, des taches de la cornée. A cet effet, je recouvrais l'œil fermé d'une compresse d'agaric mouillé, sur laquelle venait appuyer un bouton de charbon en rapport avec l'électrode négative d'une pile dont le circuit était fermé sur la tempe voisine. Plus tard, je fermai le circuit dans la main; la résistance s'en trouvant accrue, j'employai de douze à dix-huit couples, au lieu de six qui suffisaient quand l'électrode positive aboutissait à la tempe. Les séances duraient de cinq à dix minutes. Quant aux résultats obtenus dans un petit nombre de cas, ils furent toujours favorables; deux fois, tout à fait satisfaisants. L'opération fut quelquefois suivie d'un peu de céphalalgie qui se dissipait vite; jamais d'accidents congestifs du côté de l'œil. L'état des connaissances anatomo-pathologiques relatives aux exsudats de la cornée ne me paraît pas permettre de décider actuellement avec quelque sûreté dans quelles circonstances ces applications doivent réussir, dans quels cas on ne peut en espérer qu'un succès

(1) *Electrolyse et résolution*. Tribune Médicale, 1868.

partiel, et dans quels cas on doit échouer. Je crois avoir eu exclusivement affaire à des exsudats scrofuleux.

Dès 1844, Isiglio, de Corfou, avait traité avec succès des cas semblables par des applications galvaniques dont je n'ai pas trouvé la forme indiquée dans les auteurs qui ont rappelé ses essais.

Plus tard, Quadri, de Naples, Wildbrand, d'Helsingfors (1848), Turk, de Nancy (*Bulletin de thérapeutique*, 1853), Philipeaux (*Gazette médicale de Lyon*, 1861), reprirent la tentative avec des résultats satisfaisants. Ces quatre derniers auteurs promenaient sur la cornée un bouton métallique négatif, et fermaient le circuit sur la langue; ilsemployaient un seul couple. Leur galvanisation était-elle continue? On ne peut guère l'admettre dans de telles conditions opératoires. Si elle était discontinue, comme tout porte à le supposer, quelle part doit être faite à l'excitation de l'état variable? quelle part à une irritation mécanique qui provoquait du larmoiement et une hyperémie passagère? quelle part enfin à l'action chimique d'un courant fourni par un seul couple? Les conditions opératoires sont trop complexes pour permettre de se prononcer, et si les résultats n'avaient pas été exceptionnellement favorables, on serait tenté de les rapporter à une simple irritation substitutive équivalente à celle produite par le collyre au nitrate d'argent, abstraction faite de l'acidité de ce dernier.

La même réserve me paraît devoir être apportée dans l'interprétation d'une observation d'Althaus (1862) qui employa concurremment la galvanisation et la faradisation.

Les tentatives dirigées contre les opacités du cristallin cataracté relèvent de la même préoccupation théorique. Je ne connais que par des analyses incomplètes le travail de Crusell et Lerche sur ce sujet (*Medizinische Zeitung des Vereins, etc.*, 1841), et l'approbation que de Graefe (*Deutsche Klinik*, 1852) donna plus tard à leurs idées. Après avoir

conclu qu'il est possible de dissoudre la cataracte par l'application du pôle négatif sur les yeux (?), Crusell aurait eu recours à la galvanopuncture du cristallin, à laquelle il aurait renoncé par suite d'accidents graves.

Je n'ai par devers moi qu'une tentative de dissolution de la cataracte par la galvanisation continue. La malade, dont j'avais confié le traitement à mon ami Ch. Rigaud, est une fille de 19 ans, qui aurait, dès l'âge de deux ans, complètement perdu la vue d'un côté à la suite d'une fièvre grave. Il y a de ce côté, cataracte, atrésie incomplète de la pupille, et leucome n'intéressant que la moitié inférieure de la cornée et masquant à peine l'extrémité inférieure de la fente pupillaire; cécité complète. Après six séances, la patiente distingua le jour de l'obscurité, et, le soir, la lumière d'une bougie; après dix, elle pouvait compter les doigts de la main qu'on lui présentait, et cessa de venir. Le procédé employé est le même que celui que j'applique aux taches de la cornée.

Plus récemment, L. Le Fort a attaqué les *opacités du corps vitré* par des courants faibles, dirigés d'une façon permanente ou durant de très-longues séances d'une tempe à l'autre (*Acad. de Méd.*, juillet 1874). De ce que, dans son mémoire, l'auteur se montre peu au courant des questions relatives à la pile et à son usage, et de ce que ses prétentions à la création d'une méthode nouvelle de galvanisation sont mal fondées, il ne faudrait pas conclure que sa communication soit sans intérêt : elle offre la relation de deux faits empiriques très-heureux, et dont il y aura lieu de poursuivre le retour dans des conditions physiques et physiologiques mieux définies. A côté du procédé usuel adopté par M. Le Fort, il serait intéressant, pour répondre à ses visées, d'expérimenter le courant du couple de l'auto-galvanisation, et, mieux encore, celui d'un couple incapable d'un travail chimique.

# TABLE



## CHAPITRE I.

### LES MACHINES ÉLECTRIQUES.



## CHAPITRE II.

### APPLICATIONS DE L'ÉTAT ÉLECTRIQUE VARIABLE.



## CHAPITRE III.

### APPLICATIONS DE L'ÉTAT ÉLECTRIQUE PERMAMENT.

## CHAPITRE IV.

APPLICATIONS CHIRURGICALES.



## ERRATUM.

Page 78, note (2). Au lieu de *Campos Bautista*, 1870, lire : *Jos. Ric. Sauri*, 1868.

Coulommiers. — Typ. A. MOUSSIN